JOURNAL

DE PHYSIQUE.

JOURNAL
DE PHYSIQUE,
DE CHIMIE,
D'HISTOIRE NATURELLE
ET DES ARTS,

AVEC DES PLANCHES EN TAILLE-DOUCE;

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

JUILLET AN 1816.

TOME LXXXIII.

A PARIS,

Chez Mme Ve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, no 57.


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY
S.996.

JOURNAL
DE PHYSIQUE,
DE CHIMIE
ET D'HISTOIRE NATURELLE.

JUILLET AN 1816.

PHÉNOMÈNES
DE RÉPULSION ET D'ATTRACTION SANS ÉLECTRICITÉ;

Par J. P. DESSAIGNES.

L'HABITUDE de frotter tous les jours, pendant cinq ans et à toutes les époques du jour, divers corps soit sur une étoffe de laine, soit dans le mercure, et de les présenter à chaque fois à une aiguille électrométrique très-sensible, m'a fait apercevoir des phénomènes de répulsion et d'attraction auxquels l'électricité ne paroît avoir aucune part, quoiqu'ils soient dépendans de ce même fluide en qui réside le pouvoir électrique. Je m'empresse de les faire connoître, persuadé qu'ils peuvent répandre un nouveau jour sur la marche du fluide qui produit l'électricité.

Premier Fait.

Si, dans un temps où la tension du pouvoir électrique est modérée, l'on prend un bâton de cire à cacheter, gros comme

un bâton de soufre ordinaire, dont l'une des extrémités soit terminée par une surface un peu convexe et bien polie, et que l'on touche par cette extrémité la surface du mercure avec différens degrés de force, elle acquiert une électricité positive par un simple contact; par un choc modéré elle est inexcitable et sans électricité; par un choc plus fort elle devient négative. Ce phénomène est constant et peut se reproduire à volonté. Si l'on réitère la même expérience dans un temps où la tension du pouvoir électrique est considérable, la cire se trouve bien encore inexcitable et sans électricité par un choc modéré comme ci-dessus; mais alors elle est animée d'une force répulsive qui fait fuir constamment l'aiguille électrométrique, malgré qu'on la tienne dans la main, ou qu'on la mette en communication avec le réservoir commun. Cet état répulsif est plus ou moins fort, suivant le degré de tension naturelle du pouvoir électrique. On peut en augmenter l'intensité en chauffant la cire avant que de la mettre en contact avec le mercure. Aussitôt qu'on a fait naître cette force, elle va toujours en s'affoiblissant, et elle disparoît entièrement au bout d'une ou deux minutes.

Deuxième Fait.

Lorsque la tension du pouvoir électrique est bien développée, si l'on enfonce de 135 millimètres de profondeur une tige de verre grosse comme un bâton de soufre et de 216 millimètres de longueur, dans un vase plein de mercure, et qu'après l'en avoir retirée on la présente à une aiguille électrométrique, celle-ci est plus ou moins fortement attirée par toute la portion de la tige qui a été plongée dans le mercure; mais elle est fortement repoussée par celle qui n'a pas été immergée et qui se trouve entre les doigts et la surface du mercure au moment de l'immersion.

En effet si l'on promène à une petite distance de cette tige et sur toute sa longueur, un brin de fil de soie attaché à un bâton de cire à cacheter, on le voit s'infléchir et se courber sur toute la partie électrisée; mais aussitôt qu'il arrive à la partie répulsive, il se redresse et se recourbe en sens opposé jusqu'à ce qu'il ait traversé la zône de répulsion.

Si l'on projette sur cette tige un mélange de soufre et de minium à l'aide d'un soufflet, on voit encore toute la partie électrisée se couvrir de soufre ou de minium suivant la nature de

son électricité, tandis que la partie répulsive se trouve parfaitement nette et sans poussière d'aucune espèce, quoique la zone du verre la plus voisine des doigts se rougisse toujours légèrement de minium.

Lorsque la tension naturelle du pouvoir électrique est développée, cette force répulsive est considérable, et d'autant plus que la tige est plus grosse et l'immersion plus profonde. On peut la faire naître en tout temps en chauffant la tige, et en la plongeant immédiatement après dans le mercure.

Le mercure n'est pas la seule substance capable de produire cette propriété. On peut également la faire paroître avec un frottoir de laine. Pour cela, il faut envelopper d'un morceau d'étoffe de laine l'extrémité inférieure de la tige en la serrant étroitement dans la main, et la frotter pendant quelque temps. Si alors on l'approche de l'aiguille électrométrique, la partie frottée se trouve entièrement électrique, tandis que ce qui est immédiatement au-dessus et qui n'a pas subi de frottement, est plus ou moins fortement répulsif. Lorsque la tension du fluide est nulle, ou très-foible, on ne peut produire cet effet par frottement sur laine qu'après avoir chauffé la tige, ou après l'avoir frottée assez long-temps pour qu'elle s'échauffe naturellement.

Troisième Fait.

Si l'on met auprès du feu un vase plein de mercure, et que, lorsqu'il est chaud à 60 ou 80° cent., on y plonge par intervalles une grosse tige de verre, elle en sort ordinairement positive dans toute sa longueur aux deux ou trois premières immersions : en continuant à l'immerger elle devient négative en haut, positive en bas, et ces deux électricités sont séparées l'une de l'autre par une espèce de nœud inélectrique. A proportion que la tige s'échauffe et que son fluide se tend, ce nœud devient répulsif, il fait fuir l'aiguille électrométrique : le fil de soie attaché à un bâton de cire à cacheter en est vivement repoussé; le soufre et le minium lancés sur ce point par le moyen d'un soufflet, en sont également écartés. L'on voit alors le soufre attaché à la partie qui est électrisée positivement, le minium à celle qui l'est négativement, et au milieu d'elles une zone parfaitement lisse et sans aucun atome de poussière. Quand la tension du pouvoir électrique est considérable, cette zone répulsive pénètre et s'étend dans les parties positive et négative, et y forme des espèces d'arborisations très-curieuses à voir.

Quatrième Fait.

Lorsque la tension naturelle du pouvoir électrique est forte en été, si l'on plonge dans du mercure chaud à 80 ou 100° cent. une grosse tige de verre, et qu'après l'y avoir laissée jusqu'à ce qu'elle ait acquis la chaleur du mercure, on l'en retire de temps en temps pour examiner son électricité, on la trouve négative en haut et fortement répulsive en bas. A mesure que le mercure se refroidit elle est ensuite positive en bas, foiblement répulsive au milieu, et négative en haut. Un peu plus tard elle sort foiblement positive partout, et quelque temps après sans électricité. Souvent en été la tige sort naturellement répulsive par le bas et négative par le haut; mais cela n'a lieu que lorsqu'il survient un refroidissement subit dans l'atmosphère.

Cette force répulsive dure presqu'aussi long-temps que la tige reste électrique. Le verre ne jouit pas seul de cette propriété: elle est commune à la cire à cacheter, à l'ambre et au soufre.

Il résulte de ces faits que le frottement ou la pression fait naître et développe dans les corps idio-électriques, une force de répulsion qui n'est point due à l'électricité, quoiqu'elle appartienne au fluide qui produit l'effet électrique. Cette force est susceptible de se manifester sur deux points différens de la tige: 1° à son extrémité supérieure, ou, plutôt, immédiatement au-dessus de la partie qui a subi le frottement; 2° à son extrémité inférieure, ou à cette espèce de nœud qui sépare les deux électricités contraires dont elle est quelquefois pourvue. Le premier est constant et n'exige pour paroître qu'un certain degré de tension dans le fluide. Le second n'a lieu que là où les deux pouvoirs qui se pressent sont en équilibre entre eux, et lorsqu'ils jouissent d'une forte tension. Le premier est le résultat d'un refoulement du fluide qui s'opère à la partie supérieure de la tige, lorsqu'on presse celui de l'inférieure. Lorsque la pression cesse, le fluide refoulé tend à revenir sur lui-même; il pousse à son tour le fluide inférieur qui lui résiste et le repousse pendant quelque temps, en raison de l'attraction qui le retient, ce qui fait naître un mouvement oscillatoire qui dure jusqu'à ce que l'équilibre de tension soit rétabli sur toute la tige. Le second est l'effet d'un fluide comprimé et qui se détend au moment où cesse la pression. Semblable à tout corps élastique, il vibre jusqu'à ce que sa force répulsive soit en équilibre avec l'attraction.

Cinquième

Cinquième Fait.

Ce cinquième fait est encore plus digne d'attention que les précédens. Il offre des phénomènes d'attraction et de répulsion sans frottement et sans excitation préalables.

Si l'on présente fréquemment et dans divers temps, à une aiguille électrométrique extrêmement mobile et en communication avec le réservoir commun, un disque de métal qu'on laisse reposer sur le marbre d'une commode, souvent l'aiguille en est attirée, souvent au contraire elle est repoussée, souvent aussi elle reste immobile. Ces mouvemens d'attraction et de répulsion ont lieu indifféremment avec tous les métaux, peu importe qu'ils soient isolés ou non. On les observe encore avec le verre, le soufre, la cire à cacheter, le bois, les pierres, et en général avec tous les corps que je me suis avisé d'éprouver. Ils ne se manifestent ordinairement qu'à la première approche des corps, quelquefois néanmoins aux deux ou trois suivantes; mais on peut les reproduire en laissant reposer pendant quelque temps les corps dans le même lieu où on les a pris. Il est indifférent que l'aiguille tournante soit d'acier ou de cuivre, d'or ou d'argent.

Quelquefois la force attractive se fait sentir à l'aiguille à 27 millimètres de distance; d'autres fois elle n'exerce son action qu'à un millimètre. La force répulsive à son *maximum*, n'agit ordinairement qu'à 8 ou 10 millimètres, et tout au plus à un, lorsqu'elle est à son *minimum*. Quand l'aiguille est attirée, elle s'approche du disque métallique par un mouvement retardé; souvent, après s'être approchée à 2 millimètres près du contact, elle est repoussée; souvent encore elle n'est ni repoussée ni attirée, mais elle reste stationnaire et n'arrive pas au contact. Quand l'aiguille est repoussée, son mouvement est accéléré, et si on la poursuit à proportion qu'elle fuit, elle finit par tourner assez rapidement. Lorsque la force répulsive est foible, quelquefois l'aiguille s'arrête après avoir reculé de 2 à 3 millimètres, et si l'on approche d'elle le disque, elle en est attirée. L'état attractif ou répulsif est plus sensible par la carne du disque de métal que par sa surface.

J'ai remarqué que les corps sont répulsifs dans un beau temps sec, et lorsque l'air est bien refroidissant; qu'ils sont attractifs sous le même ciel, lorsque l'air est moins refroidissant. Dans les jours humides et peu froids ils sont sans vertu, de même que dans les jours secs et chauds de l'été, où les nuits ne sont pas refroidissantes. Dans les temps secs et froids on les trouve ré-

pulsifs le matin, attractifs de 8 à 10 heures, sans vertu de midi à 5 ou 6 heures du soir. Au coucher du soleil, ou aussitôt que l'air se refroidit, ils reparoissent plus ou moins attractifs : de 10 à 11 heures du soir ils deviennent répulsifs, puis foiblement attractifs et définitivement sans pouvoir. Le lendemain, si le même temps continue, on les voit devenir par les progrès de la chaleur diurne, successivement attractifs, répulsifs, attractifs, et enfin sans pouvoir dans le cours de la journée comme la veille.

Lorsque l'air est sec et refroidissant, si, sur le soir, on expose à la croisée et à l'air extérieur, des disques de métal naturellement sans pouvoir, et qu'on les présente de temps en temps à l'aiguille électrométrique, elle en est attirée plus ou moins fortement suivant le degré de refroidissement de l'air. Si l'on détermine un courant d'air plus froid en ouvrant la porte de l'appartement, et qu'on les présente de nouveau à l'aiguille tournante, elle en est alors repoussée : en faisant cesser le courant d'air, ils redeviennent attractifs. Cet effet a lieu avec tous les corps, mais il est plus prompt et plus sensible avec les métaux, particulièrement avec l'or, le platine, l'argent, le cuivre, le zinc et le fer. Il a également lieu entre une aiguille d'argent et un disque du même métal.

Dans les mêmes circonstances de temps, si l'on mouille d'éther la surface polie d'un disque de métal vissé à une tige quelconque, et qu'on le présente à l'aiguille électrométrique, la surface mouillée reste sans pouvoir tant que l'éther n'est pas évaporé; mais le disque est sensiblement répulsif par la carne et par la surface postérieure qui n'est pas mouillée. Quelque temps après il n'est plus qu'attractif, et bientôt sans pouvoir. Aussitôt que la surface mouillée cesse de l'être, même partiellement, elle devient à son tour par l'endroit sec, successivement répulsive, nulle, attractive et enfin sans vertu, lorsqu'elle a repris la température de l'air environnant. Dans les jours chauds ce refroidissement artificiel ne produit presqu'aucun effet sur le métal; dans les jours froids et secs son influence est plus sensible le matin et le soir, que dans le cours de la journée.

Dans les jours secs et refroidissans, si, dans la matinée ou sur le soir, on expose au soleil un disque de métal, et que de temps en temps on le présente à l'aiguille tournante, on le trouve d'abord plus ou moins répulsif pour celle-ci : bientôt il devient attractif, quelque temps après sans pouvoir, et il persévère dans cet état, quelque longue que soit son exposition. Dans les jours chauds ou humides l'élévation de la température ne produit aucun effet sur ce disque métallique.

J'ai dit que lorsque les disques de métal sont naturellement attractifs ou répulsifs, ils ne manifestent l'une ou l'autre propriété que tout au plus à leurs deux ou trois premières approches de l'aiguille tournante. Dans cette circonstance on peut faire renaître leur pouvoir par choc, en les frappant, par exemple, par la carne du disque sur un marbre. Si dans un temps froid l'on plonge par la pointe une aiguille à coudre dans du mercure, et qu'on la présente de suite à l'aiguille électrométrique, elle est assez fortement attractive. Si on la plonge avec plus de force, elle se trouve répulsive. Si l'on continue alors à la plonger avec la même force, elle est sans pouvoir. Elle est susceptible d'en reprendre en la laissant pendant quelque temps en repos. Le même phénomène a lieu avec tous les corps terminés en pointe aiguë, tels que le cuivre, le platine, le verre, la plume, la cire à cacheter, le bois, etc. Dans les temps chauds ou humides, l'immersion des corps pointus dans le mercure est sans effet.

En résumant les détails de ce dernier fait, l'on peut dire que deux corps mis en présence l'un de l'autre, font naître dans certaines circonstances une force, qui tantôt est attractive, tantôt répulsive suivant l'intensité de son développement. Un premier degré de froid la fait paroître, un plus grand degré de froid la fait disparoître; il en est de même de la chaleur. Les pressions mécaniques en favorisent le développement. Elle est plus manifeste par les parties angulaires des corps que par celles qui sont arrondies. Elle n'a lieu le plus souvent qu'à la première approche des deux corps; elle est donc le résultat de la rupture d'un équilibre qui ne tarde pas à se rétablir.

Si tous les corps sont pénétrés d'un fluide dont la force expansive soit en équilibre avec celle de l'attraction qui le retient, il me semble que lorsqu'on met deux corps en présence l'un de l'autre, le fluide du corps A doit être attiré par le corps B, et celui du corps B par le corps A. La force expansive des deux fluides doit donc augmenter. Si malgré cet accroissement chaque fluide est encore retenu par l'attraction propre du corps auquel il appartient, l'équilibre doit subsister, et les forces n'exerceront alors aucune action l'une sur l'autre. Si la force expansive du fluide des deux corps, ou de l'un d'eux seulement, est au contraire supérieure à l'attraction, le fluide doit s'épandre et venir au devant du corps qui l'attire. Dans ce cas, si le fluide est rare au moment de son expansion, il se laissera refouler, et le corps le plus mobile sera attiré : si le fluide est dense, il y aura répulsion, parce qu'alors il s'oppose à son refoulement.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à 3 s.	+19,75	à 4 ¼ m.	+10,25	+19,10	à minuit	761,66	à 4 ¼ m	758,06	760,22	17,3
2	à 3 s.	+22,50	à 4 m.	+10,25	+20,75	à 7 m	761,52	à 6 s	759,66	760,76	17,8
3	à 3 s.	+21,10	à 4 m.	+12,00	+19,25	à 9 ¾ s	761,36	à minuit	759,84	760,60	18,5
4	à midi.	+18,85	à 4 m.	+ 9,50	+18,85	à 9 m	761,86	à 10 ¼ s	759,22	761,38	18,6
5	à 3 s.	+19,10	à 4 m.	+10,75	+18,40	à 7 m	758,56	à 9 ½ s	752,26	757,20	18,3
6	à midi.	+13,50	à 4 m.	+ 8,25	+13,50	à 9 s	756,50	à 4 m	751,30	754,60	16,6
7	à midi.	+14,90	à 4 m.	+ 7,75	+14,90	à 6 ¾ m	756,20	à 9 ½ s	752,14	755,62	16,5
8	à 2 s.	+16,60	à 9 ¼ s.	+11,00	+14,50	à 4 m	751,00	à 9 ¼ s	748,20	750,00	16,1
9	a midi.	+13,60	à 10 ¼ s.	+ 8,00	+13,60	à 4 m	747,00	à 4 ¾ s	744,40	745,42	15,8
10	à 10 ½ m	+14,85	à 4 m.	+ 6,25	+14,25	à 9 ½ s	755,10	à 4 m	746,34	750,10	15,6
11	à midi.	+14,50	à 4 m.	+ 7,50	+14,50	à 9 ¾ s	760,72	à 4 m	756,16	758,24	15,4
12	à 3 s.	+18,75	à 4 m.	+ 6,50	+18,00	à 10 s	762,90	à 1 ¾ m	761,00	762,28	16,5
13	à 3 s.	+25,75	à 4 m.	+10,50	+23,00	à 9 m	761,90	à 9 ¾ s	759,78	761,20	18,0
14	à 3 s.	+24,25	a 4 m.	+13,25	+23,10	à 4 m	758,94	à 6 s	755,72	757,82	19,2
15	à 3 s.	+20,00	à 9 s.	+12,85	+15,50	à 9 s	757,44	à 4 m	755,54	756,60	17,5
16	à midi.	+17,40	à 4 m.	+11,00	+17,40	à 9 ¼ s	759,44	à 4 m	758,14	758,64	17,6
17	à 3 s.	+16,50	à 4 m.	+ 8,00	+15,85	à 9 ½ m	760,22	à 10 s	759,00	759,58	16,9
18	à 2 s.	+19,70	à 4 m.	+ 7,00	+18,40	à 9 ½ s	759,52	à 3 s.	758,08	758,36	17,6
19	à 1 ½ s.	+19,25	à 4 m.	+12,25	+18,00	à 10 s	761,76	à 4 m	759,12	760,38	17,6
20	à 3 s.	+21,25	à 4 m.	+10,50	+19,50	à 9 m	761,96	à 7 ½ s	760,44	761,32	18,1
21	à 3 ¼ s.	+22,10	à 4 m.	+11,75	+21,85	à 10 ¼ s	760,70	à 3 ¼ s	759,96	760,20	18,8
22	à 3 s.	+21,50	à 4 m.	+11,25	+21,00	à 7 m	760,54	à 9 ½ s	758,58	760,30	19,0
23	à 1 ¾ s.	+25,00	à 4 m.	+12,50	+23,50	à 7 ½ m	758,10	à 7 s.	755,54	757,34	19,8
24	à 3 s.	+16,00	à 4 m.	+10,75	+15,85	à 9 ½ s	757,04	à 4 m.	756,16	756,72	18,5
25	à midi.	+21,10	à 4 m.	+11,25	+21,10	à 10 s	758,50	à 4 m	757,04	757,72	19,3
26	à midi.	+22,75	à 4 m.	+ 8,00	+22,75	à 4 m	757,38	à 10 s	749,70	755,90	19,1
27	à midi.	+18,50	à 4 m.	+11,00	+18,50	à 9 ½ s	753,50	à 7 m.	747,00	748,22	18,5
28	à 10 ½ m	+15,60	à 4 m.	+13,00	+15,00	à 10 s	760,36	à 4 m.	755,60	757,94	17,7
29	à 1 s.	+22,50	à 4 m.	+12,85	+20,25	à 10 ½ m	761,2[illegible]	à 9 ½ s	759,50	761,00	17,9
30	à midi.	+24,60	à 4 m.	+12,25	+24,60	à 4 m	758,50	à 10 ½ s.	753,62	756,84	18,9
Moyennes.		+19,39		+10,26	+18,80		758,56		755,57	757,38	17,8

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	762°90	le 12
Moindre élévation du mercure.........	744,40	le 9
Plus grand degré de chaleur..........	+25°75	le 13
Moindre degré de chaleur.............	+ 6,25	le 10
Nombre de jours beaux.......	17	
de couverts...........	13	
de pluie..............	11	
de vent...............	30	
de gelée..............	0	
de tonnerre...........	1	
de brouillard.........	4	
de neige..............	0	
de grêle..............	2	

NOTA. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

JUIN 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	51	N.		Couvert.	Nuageux.	Beau ciel.
2	60	N-O.		*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
3	54	*Idem.*	P.Q. à 5h 27' m.	Très-nuageux.	*Idem.*	Couv., par interv.
4	55	*Idem.*	Lune périgée.	Nuageux.	*Idem.*	Nuageux.
5	57	*Idem.*		*Idem.*	*Idem.*	Couvert.
6	52	*Idem.*		*Idem.*	Très-nuageux.	*Idem.*
7	58	O-N-O.		Petite *pluie.*	Couvert.	*Pluie.*
8	80	O.		Couvert.	*Idem.*	*Pluie* abondante.
9	77	O-S-O.		Petite *pluie.*	*Pluie.*	*Idem.*
10	57	N-O.	P.L. à 1h. 28' m.	Quelques éclaircis.	Couvert *pluie* à 1 ½ h.	Nuageux.
11	64	N.		*Pluie* abondante.	*Pluie*, grésil à 1 h.	Beau ciel.
12	62	N-E.		Nuageux.	Nuageux.	*Idem.*
13	60	*Idem.*		Beau ciel.	*Idem.*	Très-nuageux.
14	67	*Idem.*		Nuageux.	*Idem.*	*Idem.*
15	87	N-O.		*Pluie* à 7 h.	Couvert.	*Pluie* abondante.
16	59	N-E.		Couvert, lég. brouil.	*Pluie* à 2 h.	Très-nuageux.
17	59	N.	D.Q. à 7h 57' s.	Très-nuageux.	Très-nuageux.	Nuageux.
18	56	N-O.	Lune apogée.	Nuageux.	*Idem.*	*Idem.*
19	65	*Idem.*		Couvert.	Couvert.	*Pluie.*
20	62	N-E.		Très-nuageux.	Nuageux.	Très-nuageux.
21	51	N.		Couvert.	*Idem.*	Beau ciel.
22	68	N-E.		Beau ciel, brouillard.	*Idem.*	Nuageux.
23	51	O.		Nuageux.	*Idem.*	Couv. par intervalles.
24	71	*Idem.*		*Idem.*	Couvert.	*Idem.*
25	46	N-O.	N.L. à 2h. 17' s.	*Idem.*	Très-nuageux.	Légers nuages.
26	52	S-O.		*Idem*, brouillard.	Couvert.	*Pluie.*
27	67	O.		*Pluie* continuelle.	*Pluie.*	*Pluie*, tonnerre.
28	85	O-N-O.		Couvert.	*Pluie* fine.	*Pluie* par intervalles.
29	70	E.		*Idem.*	Quelques éclaircis.	Nuageux.
30	63	S-E.	Lune périgée.	*Idem*, brouil. épais.	Couvert.	Couvert.
Moy.	62					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du

N.	4
N-E.	6
E.	1
S-E.	1
S.	0
S-O.	1
O.	7
N.-O.	10

Therm. des caves { le 1er 12°,092 / le 16 12°,092 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 53mm75 = 1 p. 11 lig. 8 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

OBSERVATIONS
SUR LE GAZ HYDROGÈNE CARBONÉ
APPLIQUÉ A L'ÉCLAIRAGE;

PAR W. TH. BRANDE,

PROFESSEUR DE CHIMIE A L'INSTITUTION ROYALE DE LONDRES.

L'EMPLOI des gaz qui se dégagent pendant la distillation du charbon de terre ordinaire pour l'éclairage des rues et des maisons, est un sujet d'une importance si grande et si croissante, qu'il sera utile d'en rapporter dans ce Journal les progrès et l'amélioration.

Il paroît que le docteur Clayton a le premier rendu certain par ses expériences, que le charbon de terre laisse échapper un fluide aériforme, élastique et inflammable d'une manière permanente; un rapport abrégé de sa découverte est publié dans les *Transactions Philosophiques* pour l'an 1739; ce qui suit est un extrait de son Mémoire.

« J'ai pris du charbon de terre et je l'ai distillé dans une cornue sur un feu couvert. D'abord il ne vint au-dessus que du flegme, ensuite une huile noire, et alors il s'éleva aussi un gaz que je ne pus condenser d'aucune manière, mais qui força mon lut, ou cassa mes verres. Une fois qu'il avoit forcé mon lut, je me suis approché afin d'essayer de le refaire, et j'observai que le gaz qui sortoit, prenoit feu à la flamme de la chandelle, et continuoit à brûler avec violence en s'échappant comme un courant; je l'éteignis et le rallumai alternativement plusieurs fois. J'eus alors l'idée d'essayer si je pourrois recueillir ce gaz, et pour cela je pris un récipient turbiné, et mettant une lumière au conduit du récipient pendant que le gaz se dégageoit, j'observai qu'il s'enflammoit et continuoit à brûler à l'extrémité du

conduit, quoiqu'on ne pût distinguer ce qui nourrissoit la flamme. Je l'éteignis alors et le rallumai plusieurs fois; après quoi je fixai une vessie pressée et vide d'air au conduit du récipient. L'huile et le flegme descendirent dans le récipient, mais le gaz montant encore, il enleva la vessie. J'en remplis alors plusieurs vessies, et j'aurois pu en remplir encore un nombre inconcevable, car le gaz continua encore plusieurs heures à s'élever, et il remplissoit les vessies presqu'aussi vite qu'un homme auroit pu les emplir en soufflant avec la bouche : cependant la quantité de charbon distillé étoit très-petite.

» Je gardai ce gaz dans les vessies un temps considérable, et je tâchai de plusieurs manières, mais inutilement, de le condenser. Et quand je voulois divertir des étrangers ou des amis, j'ai souvent pris une de ces vessies en faisant un trou avec une épingle et en pressant doucement la vessie près de la flamme d'une lumière jusqu'à ce qu'elle prît feu; alors elle continuoit à brûler jusqu'à ce que tout le gaz fût chassé de la vessie : cela paroissoit très-surprenant, parce que personne ne pouvoit distinguer aucune différence dans l'apparence de ces vessies avec celles qui sont remplies d'air ordinaire.

» Mais alors je vis que ce gaz devoit être renfermé dans de bonnes vessies, comme celles de bœuf ou d'autres semblables; car si j'en remplissois des vessies de veau, le gaz perdoit sa qualité inflammable en 24 heures, quoique les vessies ne se détendissent pas du tout. »

Mais l'application de ce gaz ainsi produit, à un éclairage économique, a été faite beaucoup plus récemment, et le mérite de l'avoir introduit est dû principalement à M. Murdoch, dont les observations sur ce sujet sont publiées dans les *Transactions Philosophiques* de 1808. Il fit le premier essai dans le comté de Cornwall en 1792; et après, en 1798, il établit un appareil sur une échelle plus étendue, à la fonderie de Boulton et de Watts à Birmingham; et c'est là, en 1802, qu'on fit la première expérience publique d'éclairage par le gaz ; ce fut à l'occasion des réjouissances pour la paix.

Ces essais cependant ne furent qu'imparfaits, en les comparant à celui fait en 1805 aux moulins de coton de MM. Philips et Lée, à Manchester; les résultats de celui-ci ont servi de base à tous les perfectionnemens subséquens à l'égard de l'éclairage par le gaz. Tout le moulin à coton, avec beaucoup de bâtimens

adjacens furent éclairés par le gaz de charbon de terre, à l'exclusion de lampes, chandelles et autres sources de lumière artificielle. On employa environ un millier de becs de différentes formes, et la lumière produite fut estimée égaler celle de 2500 bonnes chandelles de 6 à la livre.

La partie la plus importante et la plus curieuse des relevés de M. Murdoch, est relative au coût par an des deux modes d'éclairage (savoir par le gaz et par les chandelles). Le coût du charbon de terre employé pour fournir le gaz, montant chaque année à 110 tonneaux, fut 125[l], 40 tonneaux de charbon de terre pour chauffer la cornue, 20[l], et l'intérêt du capital qui est perdu, avec la somme qu'on doit mettre pour les accidens et les réparations, 550[l]. On doit déduire du montant de ces sommes le prix de 70 tonneaux de résidu à 1[s] 4[d] par quintal, ce qui monte à 93[l], et réduit toute la dépense annuelle à 602[l]; tandis que celle des chandelles pour donner la même lumière, monteroit à 2000[l].

Tel étoit le résultat avantageux du premier essai d'éclairage par le gaz sur une échelle d'une certaine étendue. A l'égard de son efficacité, M. Murdoch nous informe que la douceur et la clarté particulière de la lumière, ainsi que son intensité presqu'invariable, l'ont mise en grande faveur chez le peuple ouvrier, et que l'absence des inconvéniens provenant des étincelles et de la fréquente nécessité de moucher, est une circonstance de grande importance, parce que cela tend à diminuer le danger du feu auquel sont si fort exposés les moulins à coton.

Quand M. Lée fut interrogé par M. Brougham en 1809, devant un comité de la Chambre des Communes, à l'occasion du bill de la compagnie de Coke pour l'éclairage par le gaz, son témoignage fut alors également favorable.

Il dit que le gaz n'avoit aucune odeur désagréable; et quand on le questionna sur la pureté et la bonté de cette lumière: « je la brûle, dit-il, chaque soir dans ma maison, à la place de 30 paires de chandelles. » Il ajouta encore qu'il la trouvoit parfaitement saine et qu'on ne s'en étoit jamais plaint ni dans sa maison, ni dans le moulin.

Le Président et le Conseil de la Société royale ont fait preuve de la haute idée qu'ils avaient du mérite et de l'importance de la communication de M. Murdoch, sur l'emploi du gaz de charbon de terre pour l'éclairage : ils lui ont adjugé les médailles d'or et d'argent du comte de Rumford.

Pour

Pour prouver que ce gaz est économiquement applicable sur une petite échelle aussi bien que sur une grande, on pourroit se référer à l'établissement de M. Cook dans le *Mag. Phil.*, décembre 1808; on en parle aussi avec des détails intéressans dans l'*Edimburgh revieu*, vol. XIII, pag. 477.

J'ai cru bien faire de parler de tous ces détails sur les premiers essais de la lumière donnée par le gaz. A présent sans vouloir chercher plus de clarté dans ces sources éloignées, j'exposerai les informations recueillies dans les établissemens fondés dernièrement dans la Capitale, et celles que j'ai obtenues par mes propres expériences.

L'appareil pour éclairer au moyen du gaz, consiste en cornues pour distiller le charbon de terre, en condensateurs pour recevoir la liqueur résineuse et ammoniacale, et en d'autres instrumens pour purifier, qui contiennent de la crême de chaux, à travers laquelle le gaz passe et se dégage de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré, en gazomètres ou réservoirs avec leurs principaux tuyaux de conduite, et des becs avec leurs tubes et robinets. On peut former une estimation assez exacte de la construction et des frais de cet appareil, en consultant le *Traité pratique sur la Lumière du Gaz*, par M. Accum.

Nous devons au docteur Henry de Manchester, de précieuses recherches sur la composition des produits aériformes de plusieurs espèces de charbon de terre. (*Trans. Phil.*, 1808.)

Il a indiqué la composition variée du gaz à différentes périodes de la distillation, et a montré l'influence importante des circonstances dans lesquelles le charbon de terre est distillé, sur la proportion de gaz obtenu et sa propriété de servir à l'éclairage. Ce fait a fixé dernièrement l'attention de M. Clegg, l'ingénieur de la Compagnie du gaz éclairant, et cela l'a conduit à plusieurs améliorations ingénieuses dans la construction des cornues employées aux ouvrages faits à Westminster avec le gaz. Le charbon de terre mis en grand tas et chauffé graduellement, produit moins de gaz et plus d'eau et de goudron que quand il est étendu sur une surface considérable et porté subitement à une chaleur rouge. Il est aussi très-avantageux de sécher le charbon de terre avant de l'introduire dans la cornue.

Dans un petit appareil construit dans le laboratoire de l'Institution royale, nous trouvons que 4 liv. de bon charbon de terre de Newcastle, introduites dans la cornue chauffée rouge d'avance

dans une casserole peu profonde en fer, peuvent produire de 20 à 26 pieds cubes de gaz, consistant en

Gaz huileux.	8 parties.
Hydrogène carboné.	72
Oxide carbonique et hydrogène.	13
Acide carbonique.	4
Hydrogène sulfuré.	3
	100

L'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré sont séparés par la chaux dans les clarificateurs.

La même quantité de charbon de terre introduite dans la cornue froide et chauffée par gradations, n'a fourni que 22 pieds cubes de gaz, qui consiste en

Gaz huileux.	5 parties.
Hydrogène carboné.	70
Oxide carbonique et hydrogène.	18
Acide carbonique.	6
Hydrogène sulfuré.	1
	100

La pesanteur spécifique du premier gaz, celle de l'air étant 1000, étoit 560; et celle du second 555; la propriété des gaz qui doivent servir pour l'éclairage est, généralement parlant, en raison directe de leur pesanteur spécifique.

Ces expériences font conclure qu'un *chaldron* (mesure de 36 boisseaux) de bon charbon de terre de Wallsend Newcastle, produiroit de 17,000 à 20,000 pieds cubes de gaz; mais le procédé pour distiller, tel qu'il est maintenant porté dans les grands établissemens pour éclairer la Capitale, donne rarement un plus grand produit moyen que 12,000 pieds cubes. Cependant on ne peut douter que par des perfectionnemens dans la construction et l'emploi des cornues, on pourroit obtenir le plus élevé de ces résultats, et en calculant le produit de gaz et les autres substances obtenues par l'opération, nous obtenons un résultat curieux et frappant.

La valeur moyenne d'un chaldron du meilleur charbon de

terre de Newcastle est 3l. Voici la valeur des produits de sa distillation :

¼ Chaldron de coke à 31s.	1l 18s 9d
12 Gallons de goudron à 10d.	10
80 Gallons de liqueur ammoniacale à 6d. . .	9
2000 pieds cubes de gaz à 15s par 1000 pieds cubes.	15
	17 17 9

On déduit naturellement de la valeur des produits, celle du charbon de terre commun employé dans les fournaises pour chauffer les cornues, qui monte à environ 5 chaldrons pour 25 chaldrons soumis à la distillation, ainsi que les dépenses pour remplacer ce qui peut être usé et cassé, les gages des ouvriers, et enfin l'intérêt du capital. On trouvera l'estimation de M. Murdoch, déjà citée, assez exacte sur ces points.

Le goudron est souvent employé pour la production du gaz, soit en le mêlant avec du petit charbon de terre dans les cornues, soit en le faisant passer par un tube chauffé rouge. Chaque livre fournit de 17 à 18 pieds cubes de gaz, et contient de 15 à 20 $\frac{0}{0}$ de gaz huileux. Aussi quand il a été purifié par la chaux, il brûle d'une flamme très-brillante, et c'est une addition très-avantageuse au gaz commun. Le charbon de terre de Wigam et Canell produit la meilleure et la plus grande proportion de gaz propre à l'éclairage, mais il ne peut être employé que rarement à cause de son haut prix.

Les becs ou tubes d'où le gaz sort pour la combustion, peuvent être variés infiniment et avec goût. Les variétés employées ordinairement sont le bec ordinaire et le bec d'Argand. Le premier consiste en un tube de cuivre ayant une fente à son extrémité, longue d'environ un quart de pouce et large d'un quarantième de pouce. Le second est composé de deux tubes de cuivre concentriques d'environ deux pouces de long, fermés au fond par un anneau de cuivre, et au sommet par un anneau d'acier percé de 16 ou 18 trous de diamètre d'un trentième de pouce. Le gaz entre dans la cavité entre les tubes, et sort par le rang circulaire d'ouvertures, où il s'enflamme, et ayant une quantité suffisante d'air dedans et dehors, il brûle très-bien quand on place un verre convenable sur le bec. Ces becs, quand ils sont maintenus très-soigneusement, consument environ 3 pieds

cubes de gaz par heure, et donnent autant de lumière que 6 bougies; mais il est nécessaire, à cause de la négligence et du manque de soin, de donner 4 pieds cubes à chaque bec par heure. Le bec ordinaire ne devroit pas consumer plus de 3 pieds cubes par heure.

Aux trois magasins de gaz appartenans à la Compagnie privilégiée du gaz éclairant, qui sont situés dans Peterstreet à Westminster, dans Worshipstreet et à Norton Falgate, 25 chaldrons de charbon de terre sont journellement carbonisés, et rendent actuellement 300,000 pieds cubes de gaz, ce qui entretiendroit 75,000 lampes d'Argand, dont chacune donne la lumière de 6 bougies. Mais si on obtenoit la proportion entière de gaz, 20,000 pieds cubes de chaque chaldron de charbon de terre, alors le produit seroit 500,000 pieds cubes, et la lumière produite équivaudroit à celle de 750,000 bougies, au lieu de 450,000; ce qui est le produit réel.

Dans les applications du gaz faites à la Cité, à Dorsetstreet, au pont de Blackfriars, la consommation journalière de charbon de terre pour la distillation, monte à présent à 3 chaldrons, ce qui fournit du gaz pour entretenir 1500 lampes, de sorte que la consommation totale de charbon de terre de chaque jour à Londres pour l'éclairage, monte à 28 chaldrons, et le nombre de lumières alimentées est 76,500.

Outre les différentes variétés du charbon de terre, parmi lesquelles, comme nous l'avons dit, il y en a de préférables aux autres, et le goudron qui en revient, on fait un gaz utile avec une variété d'autres substances; et dans le laboratoire de l'Institution royale nous mettons souvent dans la cornue, du papier de rebut, de la sciure de bois, des morceaux de bois, etc., et nous employons le gaz d'une infinité de buts où on employoit avant l'huile.

Voici les résultats de quelques expériences sur ces sujets, comparés avec le produit tiré du charbon de terre.

1°. La cornue étoit remplie de 4 livres de charbon de terre. La quantité de gaz a monté, après avoir passé dans l'appareil pour purifier, à 20 pieds cubes. Le résidu dans la cornue pesoit 2 *lb.* 8. 70 *z.*

La puissance chauffante de la flamme du gaz fut comparée à celle d'une bougie, en s'assurant du temps requis par chacune pour élever 2 onces d'eau dans un vase de cuivre mince de 55°

à 212°. Les flammes furent rendues aussi semblables en dimension que possible, et placées de manière que leurs pointes touchoient justement le fond du vase. La puissance chauffante de la bougie étant 1, celle du gaz de charbon de terre étoit 1.5.

2°. Quatre livres de bois de saule commun sec a produit 16 pieds cubes de gaz, et 14 onces de charbon sont restées dans la cornue. Le gaz a brûlé en formant une flamme bleue très-pâle, il n'étoit pas propre à l'éclairage et ne contenoit point de gaz huileux.

3°. Quatre livres de bois de frêne de montagne ont fourni 15 ½ pieds cubes de gaz, et 13 ½ onces de charbon. La flamme étoit très-pâle et bleue.

4°. Quatre livres de bois de bouleau blanc ont donné 14 pieds cubes de gaz et 12 onces de charbon. La flamme étoit semblable à celle du n° 2 et du n° 3.

5°. Quatre livres de bois de noisetier ont produit 13 ½ pieds cubes de gaz et 12 ½ onces de charbon. La puissance chauffante a été 1.2. La flamme étoit meilleure qu'aux expériences n°s 2, 3 et 4, mais l'intensité n'étoit suffisante pour aucun but utile d'éclairage.

6°. Quatre livres de papier à écrire ont donné 18 pieds cubes de gaz, et le charbon qui est resté, conservant très bien la forme et le tissu du papier, pesoit 11 ½ onces. La puissance calorifique du gaz étoit 1.6. Il a brûlé d'une flamme approchant en lumière de celle du charbon de terre.

Ces expériences, ainsi que d'autres que nous ne croyons pas nécessaire de remarquer, prouvent que le gaz provenant du bois n'est pas propre à l'éclairage, quoique ayant été dégagé pendant que le charbon se forme, il puisse être employé convenablement dans le laboratoire comme une source de chaleur.

A l'égard des avantages de l'éclairage par le gaz des rues, places, grandes manufactures, etc., il ne peut y avoir qu'une opinion; mais son introduction dans les maisons entraîne des considérations plus importantes. On peut dire en faveur de ce mode d'éclairage, que la lumière est plus uniforme, plus belle et agréable à l'œil que celle obtenue de toute autre source; qu'on y gagne une plus grande propreté, et qu'on est dispensé des ennuyeuses opérations de remplir et de garnir les lampes à huile; qu'il n'y a pas de danger des étincelles et des mouchures comme aux chandelles, et qu'en fermant le tuyau principal de renou-

vellement de gaz, on assure une certaine extinction de toutes les lumières dans le bâtiment.

Voici les principales objections qu'on a élevées. Quand le gaz s'échappe sans être brûlé, son odeur est extrêmement désagréable, et cela peut arriver soit par quelque défaut dans les conduits ou les becs, ou de ce qu'un robinet dépendant d'un bec, soit laissé ouvert accidentellement. Dans ce dernier cas le remède est évident; dans le premier le gaz qui s'échappe peut devenir très-incommode; mais on peut le prévenir en employant des tuyaux doubles, en les portant, autant que possible, sur l'extérieur de la maison, et surtout en employant des ouvriers soigneux pour la construction de chaque partie de l'appareil.

L'idée d'explosion s'est fréquemment présentée dans des chambres éclairées par le gaz : mais quand on considère avec calme la probabilité d'un tel événement, on doit diminuer beaucoup de l'alarme que cela avoit excitée. Pour la formation d'une atmosphère où l'on puisse craindre une explosion, il faut qu'une grande quantité de gaz s'échappe dans un appartement où l'air soit très-renfermé; dans une chambre avec une cheminée ouverte et deux ou trois portes et fenêtres, il seroit presqu'impossible d'obtenir un mélange dangereux, quoique cela pût se faire dans une cave ou tout autre appartement petit et fermé. Dans une chambre qu'on habite, le gaz s'annonceroit de lui-même par son odeur, très-long-temps avant qu'il ne vînt aucun mélange dangereux, et la quantité de gaz requise devroit être grande. Une chambre de douze pieds carrés, ou contenant 1728 pieds cubes d'air atmosphérique, demanderoit qu'on ajoutât 247 pieds cubes de gaz de charbon de terre pour rendre son atmosphère susceptible d'une explosion. Si nous supposons qu'un grand bec d'Argand soit laissé ouvert accidentellement dans cet appartement, d'où le gaz s'échappe dans la proportion de 4 pieds cubes par heure, il faudroit 62 heures pour que la quantité ci-dessus de gaz se répandît dans la chambre d'où l'air n'auroit pas d'issue; on ne peut guère supposer que ces circonstances arrivent jamais; un peu d'attention à la ventilation qu'on doit absolument exiger toutes les fois qu'on emploie le gaz, écartera toute probabilité de danger. Mais la meilleure preuve que l'éclairage par le gaz n'est pas dangereux, c'est que, malgré tous les milliers de lampes qui brûlent la nuit à Londres, il n'est arrivé que six accidens, et ils n'ont été que très-légers et de presque point d'importance, quoique les conduits et les lampes

soient généralement mauvais et soignés avec négligence. Dans les choses de cette espèce, on doit chercher des faits et non des argumens, pour produire l'évidence.

Deux de ces accidens ont eu lieu parce qu'on avoit eu la méchanceté de percer des trous qui alimentent.

Mon intention étoit de terminer par quelques observations sur la construction des becs, et par un compte rendu de plusieurs améliorations importantes faites dernièrement à l'appareil général de M. Clegg ; mais l'espoir de rendre mon rapport sur ce sujet plus correct et plus parfait que je ne le pourrois à présent, m'engage à attendre que le Cahier suivant du Journal paroisse.

LEÇONS DE GÉOLOGIE

DONNÉES AU COLLÉGE DE FRANCE,

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

Trois vol. in-8°. A Paris, chez Mme Ve *Courcier*, Imprimeur-Libraire, quai des Augustins, n° 57.

EXTRAIT.

« LA Minéralogie et la Géologie, dit l'auteur, ont toujours été un des principaux objets de mes travaux.

» Mon premier ouvrage, *Principes de la Philosophie naturelle*, imprimé en 1778 et réimprimé en 1788, contient mes idées sur ces sciences.

» Je développai dans un Mémoire imprimé dans le *Journal de Physique* en mai 1781, mon idée sur *la cristallisation de la matière* (*Journal de Physique*, tome XVII, pag. 258).

» En 1792, je donnai une nouvelle édition du *Manuel du Minéralogiste*, ou *Sciagraphie de Bergman*, en deux vol. in-8°, dans lequel j'exposai ma division *méthodique du règne minéral*, en dix classes.

1°. Les gaz.
2°. Les eaux.
3°. Les substances combustibles simples, tels que le soufre, le diamant, l'anthracite.
4°. Les substances métalliques.
5°. Les alcalis, la potasse, la soude, qui sont des oxides du potassium, du sodium.
6°. Les terres, qui sont également des oxides métalliques.
7°. Les acides.
8°. Les sels neutres, alcalins, métalliques et terreux, ou les pierres.
9°. Les substances volcaniques.
10°. Les fossiles.

J'ai

J'ai classé parmi les fossiles les tourbes, les charbons de terre, les houilles..., parce que ce sont des débris de végétaux et d'animaux.

En 1795, je publiai la première édition de ma *Théorie de la Terre*, en 3 vol. in-8°.

En 1797, c'est-à-dire deux ans après, je donnai une seconde édition de ma *Théorie de la Terre*, en 5 vol. in-8°. Le prompt débit de la première édition m'engagea à faire cette seconde.

En 1800, je fus nommé au Collége de France, professeur adjoint pour la Minéralogie et la Géologie.

La nécessité où je me trouvai de donner les notions les plus récentes sur ces sciences, m'engagea à un nouveau travail sur ces matières.

J'exposai le fruit de mes nouvelles recherches sur la Minéralogie et la Géologie, dans différens Mémoires imprimés dans le *Journal de Physique*.

En 1811 et 1812, je réunis tous mes travaux sur la Minéralogie, tels que je la professe, d'après les découvertes les plus récentes, dans mes leçons, sous le nom de LEÇONS DE MINÉRALOGIE, DONNÉES AU COLLÉGE DE FRANCE, en 2 vol. in-8°.

J'ai développé dans différens endroits du *Journal de Physique*, et particulièrement dans mes *Discours préliminaires*, ou Rapports généraux sur les progrès des Sciences, une multitude de vérités sur ces différentes parties.

J'ai voulu également réunir tous mes travaux sur la Géologie, tels que je la professe; et c'est l'ouvrage que je publie sous le titre de LEÇONS DE GÉOLOGIE.

« Les progrès rapides qu'a faits cette partie de nos connoissances, m'engagent, comme professeur, à donner cet ouvrage, pour présenter à ceux qui suivent mes Leçons l'état actuel de la science.

» Ces réunions des nouveaux travaux dans chaque partie de nos connoissances ont le grand avantage de présenter ce qui est *connu*, et de faire voir ce qui est *douteux* ou *inconnu*.

» *J'ai donc lieu de croire que ce nouvel ouvrage sera utile aux progrès de cette science.* »

L'auteur a terminé son ouvrage par un résumé général de sa doctrine, sous le titre de *Conclusion générale*. Nous croyons

ne pouvoir mieux faire connoître son travail qu'en donnant cette Conclusion générale.

CONCLUSION GÉNÉRALE.

Je viens d'exposer, dit l'auteur, sur la formation de notre globe terrestre, les notions qui, d'après l'état actuel de la science, me paroissent le plus conformes aux faits que nous possédons.

Les connoissances sur la *théorie de la terre* présentent un tel intérêt, qu'elles ont toujours été chez tous les peuples un des principaux objets de leurs recherches; elles forment même la base de leurs doctrines religieuses. Une curiosité inquiète entraîne vers ces objets ceux qui paroissent le moins s'occuper de spéculations scientifiques. Chacun identifie presque sa destinée avec le sort du globe qu'il habite. On connoît les frayeurs que causent constamment les grandes éclipses, les apparitions de comètes considérables, des aurores boréales éclatantes...; on appréhende toujours que ces phénomènes extraordinaires ne produisent quelques funestes catastrophes sur le lieu de notre habitation.

Néanmoins les difficultés que présente une *Théorie de la Terre*, sont si considérables que quelques personnes ont critiqué amèrement les travaux de ceux qui s'en occupent; mais ces critiques sont-elles fondées? je ne le pense pas.

La *Théorie de la Terre*, ou la *Géologie* possède un grand nombre de faits constatés, et peut-être plus qu'aucune autre science. Sans doute il lui en reste encore beaucoup à découvrir. Sans doute elle ne connoît pas encore la cause de tous ces faits...; mais elle a cela de commun avec toutes les autres branches de la Philosophie naturelle, l'Histoire naturelle, la Physique, la Chimie, la Physiologie....

La Physique, par exemple, a constaté plusieurs faits sur la chaleur; mais ses connoissances sur les causes de cette chaleur sont si bornées, qu'elle ignore même s'il existe une matière de feu, un calorique.

On a constaté un grand nombre de faits sur l'électricité; mais les causes de ces faits sont entièrement inconnues aux physiciens.

Les uns n'admettent point de fluide électrique.

Les autres admettent un seul fluide électrique.

De troisièmes supposent deux fluides électriques, l'un positif, l'autre négatif.

La même ignorance règne sur le galvanisme. Un grand nombre de faits est constaté; mais la cause en est ignorée.

Plusieurs faits sur le magnétisme sont constatés, tels que la déclinaison, l'inclinaison..., mais on n'en soupçonne pas même les causes....

La Chimie a aperçu un grand nombre de faits des plus intéressans. Cependant il en est encore un plus grand nombre sur lesquels elle n'a pas de données suffisantes.

Toutes les analyses qu'elle possède sur les diverses substances, soit minérales, soit végétales, soit animales, sont si éloignées de la perfection à laquelle elle desire atteindre, que chaque chimiste donne journellement des résultats différens.

Les causes des divers phénomènes chimiques sont également inconnues. Chaque chimiste les explique d'une manière particulière, et il n'y a point de théorie généralement avouée.

L'Anatomie et la Physiologie présentent les mêmes difficultés. On connoît les principales parties de la structure des animaux et des végétaux, mais on ignore leur organisation particulière.... On ne connoît pas l'organisation d'une glande, d'un viscère, d'un nerf....

Le physiologiste ignore la nature du principe vital, les causes de l'irritabilité, de l'excitabilité....

Le médecin connoît un assez grand nombre de maladies; mais les causes lui en sont entièrement cachées....

. . . .

Pourroit-on néanmoins critiquer avec justice les travaux du naturaliste, du physicien, du chimiste, du médecin?...

Non, sans doute... On doit au contraire les encourager, à redoubler d'efforts pour surmonter les difficultés que présentent les sciences qu'ils cultivent.

Pourquoi ne suivroit-on pas la même marche dans l'étude de la Géologie?

Mais nous allons faire voir que la Théorie de la Terre possède un aussi grand nombre de faits constatés que les autres branches de la Philosophie naturelle.

J'ai cru que la théorie du globe terrestre ne devoit pas être séparée de celle des autres globes, particulièrement de celle des

planètes; c'est pourquoi j'ai fait précéder un léger aperçu des principaux résultats de la Cosmogonie.

J'observerai d'abord que:

a Aucun fait ne prouve que le globe terrestre ait été un soleil, qui auroit été encroûté, comme l'ont supposé Descartes et Leibnitz;

b Aucun fait ne prouve qu'il ait été détaché de la masse du soleil, comme l'a supposé Buffon;

c Aucun fait ne prouve qu'il ait été une portion de l'atmosphère du soleil, comme l'a supposé Laplace;

d Aucun fait ne prouve qu'il ait été une comète, comme le suppose Whiston;

e Aucun fait ne prouve que le globe terrestre, ainsi que les autres globes, les soleils, les planètes, les comètes, puisse être regardé comme une espèce d'animal, ainsi que l'ont supposé les anciens et principalement les Sabéens. Les analogies sur lesquelles ils fondoient cette opinion, paroissent aujourd'hui trop foibles. J'ai rapporté ce qu'a dit postérieurement Zénon le stoïcien, et ses raisonnemens sont bien éloignés de convaincre.

f. Tous les faits prouvent que le globe terrestre a dû être formé, comme tous les autres globes, par une cristallisation générale de la matière existante.

De la Matière première.

Le géologue ne recherche point à connoître la nature de cette matière première.

Cette matière étoit-elle l'AKASCH des Brachmanes?

Ou une matière éthérée analogue à la matière du feu?

Etoit-elle l'AIR TÉNÉBREUX de Thaut le phénicien?

(Voyez *dom Calmet*, *pag.* 10, *tome I*, *Commentaire sur tous les Livres saints.*)

Ou la matière aériforme d'Anaximène?

Etoit-elle le MOTH de Sanchoniathon?

Ou un limon, une matière terreuse pénétrée d'eau?

Ou l'eau, suivant Thales?

Etoit-elle la MATIÈRE NÉBULEUSE de Herschel?

. . . .

Le géologue avoue son ignorance à cet égard.

Il recherche seulement le mode dont cette matière, quelle que soit sa nature, a formé le globe.

Il ne la considère même pas dans son premier état informe.

Le TOHU BOHN des Phéniciens (1).

Le CHAOS de Hésiode et des Grecs (2).

Le RUDIS INDIGESTAQUE MOLES d'Ovide (3), et des Latins....

Je vais rappeler succinctement ce qui m'a paru le plus probable sur ces problèmes, sans doute insolubles pour nous.

De la Fluidité du Globe.

Cette matière première, qui a formé le globe, jouissoit d'une fluidité quelconque.

Cette vérité a été reconnue par tous les géomètres, et par Newton en particulier ; ils conviennent que la figure du globe terrestre, ainsi que celle de tous les autres globes, est conforme à la théorie des forces centrales, c'est-à-dire à leurs forces *centrifuges* résultantes de leurs mouvemens de rotation, et à leurs forces attractives ou *centripètes*, résultantes de leurs masses. Par conséquent les matières dont ils sont composés, jouissoient d'une fluidité quelconque.

Cette fluidité pouvoit être

Aériforme,

Ignée,

Ou *aqueuse*.

De la Cristallisation du Globe.

Il paroît très-probable que le globe terrestre a été formé de ces matières fluides qui ont cristallisé.

La masse du globe terrestre a été formée de substances aériformes, qui étoient à l'état *aériforme*.

La croûte du globe a été formée de substances qui jouissoient d'une fluidité *aqueuse*.

Les laves... ont été formées de substances qui jouissoient d'une fluidité ignée.

Toutes ces substances ont cristallisé, chacune à sa manière, et ont formé le globe par *cristallisation*.

---

(1) *Commentaires sur tous les Livres saints*, par dom Calmet, tome Ier, pag. 5.

(2) Théogonie.

(3) *Métamorphoses*, lib. 1. Ovide.

C'EST UNE VÉRITÉ IMPORTANTE EN GÉOLOGIE, QUE J'AI DÉMONTRÉE PHYSIQUEMENT.

Ces substances dont le globe est formé ont obéi aux lois des affinités, et composent différens *strates*.

De la Figure du Globe terrestre.

Le globe terrestre a une figure sphéroïdale relevée à l'équateur.

Les deux diamètres sont à peu près dans le rapport de 309 à 310.

Son diamètre est environ de 2865 lieues.

De la Densité du Globe terrestre.

La densité de la surface du globe terrestre paroît, par approximation, être à peu près trois fois plus considérable que celle de l'eau.

La densité de l'intérieur du globe paroît, par approximation, être environ cinq fois plus considérable que celle de l'eau.

Par conséquent l'intérieur du globe n'est pas creux, comme le supposoient les Chaldéens.

La longueur de la verge du pendule à secondes est la même aux mêmes latitudes; d'où l'on conclut que la densité du globe est à peu près la même aux mêmes latitudes, parce que, quoiqu'on ne puisse pas supposer que les divers strates soient de la même densité, il se fait une compensation de ces diverses densités aux différentes profondeurs.

De la Chaleur centrale du Globe et du Calorique.

Les substances dont le globe terrestre est composé, étoient fluides ainsi que le suppose sa figure; cette fluidité suppose une chaleur quelconque.

La masse qu'elles ont formée, ou le globe terrestre, a conservé cette même chaleur; cette chaleur de ces substances forme la *chaleur centrale* du globe.

Cette chaleur étoit primitivement assez considérable suivant les probabilités; je l'ai supposée égale au moins à celle de l'eau bouillante.

Cette chaleur primitive du globe a ensuite été modifiée par différentes causes:

a. Par les combinaisons des diverses substances dont le globe est composé.

Quelques-unes de ces combinaisons laissent dégager de grands degrés de chaleur, telles que les combinaisons de l'acide nitrique et des huiles... qui s'enflamment....

Quelques autres combinaisons absorbent au contraire de la chaleur, et produisent des froids plus ou moins vifs; tels sont les mélanges de différens sels avec la glace....

b. L'action galvanique que les différens strates du globe exercent les uns sur les autres, laisse aussi dégager des quantités plus ou moins considérables de calorique.

On a produit avec la pile de l'Institution royale de Londres le plus haut degré de chaleur connu....

Cette chaleur du globe a une grande influence dans les phénomènes géologiques.

Du Refroidissement du Globe.

Les faits prouvent que cette chaleur du globe diminue, et qu'il se refroidit continuellement; les glaces sont perpétuelles sur les hautes montagnes, et aux pôles....

Ce refroidissement peut être produit par plusieurs causes :

a Par les combinaisons que nous avons vues produire du froid;

b Par la communication que le globe fait de sa chaleur aux corps dont il est environné.

Ce refroidissement est plus considérable à la surface du globe que dans son intérieur.

J'en ai conclu qu'il doit se former à cette surface des fentes comme dans les glaciers.

Des Rayons solaires et du Fluide lumineux.

Les rayons solaires peuvent être considérés par le géologue, sous deux rapports généraux :

a Ou comme produisant la lumière;

b Ou comme produisant la chaleur.

Les rayons solaires, considérés comme produisant la lumière, ont une grande influence dans les phénomènes géologiques; car la lumière exerce une action puissante sur la plupart des corps, ainsi que nous l'avons exposé.

Les rayons solaires considérés comme produisant la chaleur, présentent des phénomènes très-remarquables. Ils sont éclatans sur les montagnes élevées, et ils y ont néanmoins si peu de chaleur, qu'ils ne peuvent y fondre la neige....

Mais cette chaleur des rayons solaires est considérable dans les plaines...; elle me paroît due à l'état galvanique dans lequel ils se trouvent avec les corps terrestres, comme leur étant hétérogènes.

Ces rayons solaires, comme produisant dans cet état une chaleur plus ou moins considérable, ont une grande influence dans les phénomènes galvaniques.

De l'Électricité du Globe terrestre et du Fluide électrique.

Le globe terrestre est regardé par tous les physiciens comme plus ou moins chargé d'électricité; il en est un *magasin continuel.*

Cette électricité du globe est constamment en rapport avec celle de l'atmosphère.

Lorsque celle de l'atmosphère est prédominante, elle se décharge sur le globe par la *foudre descendante.*

Lorsque le globe a une électricité prédominante, elle se décharge dans l'atmosphère par la *foudre ascendante.*

Cette électricité du globe est produite par l'action galvanique, que ses différens strates exercent les uns sur les autres, ainsi que je l'ai prouvé.

J'AI MIS HORS DE DOUTE CETTE VÉRITÉ IMPORTANTE POUR LA GÉOLOGIE.

De l'Action galvanique par rapport aux phénomènes géologiques.

Les divers strates du globe jouissent de différens galvanismes.

Les uns ont une action galvanique positive, tels que les strates métalliques....

Les autres ont une action galvanique négative, comme les strates sulfureux, bitumineux....

Lorsque ces strates, chargés de différens galvanismes, se communiquent, comme les deux colonnes de la pile galvanique, il y a décharge, étincelle, détonation, chaleur, fusion, commotion....

Du

Du Magnétisme du Globe et du Fluide magnétique.

Le globe terrestre paroît être dans un état habituel de magnétisme, comme de galvanisme; c'est ce que paroissent prouver les phénomènes que présente l'aiguille aimantée; elle est dans une action non interrompue; elle oscille continuellement; mais cette action éprouve des variations étonnantes.

La déclinaison qui étoit en 1580 à 11° à l'est, est en 1800 à plus de 23° à l'ouest; et elle varie chaque année, chaque jour, chaque heure.

L'inclinaison éprouve également des variations, quoique pas aussi considérables.

Enfin il y a des bandes sans déclinaison, c'est-à-dire des régions où la déclinaison est nulle.

Mais ces régions changent continuellement.

On suppose que l'intérieur du globe contient de grandes quantités de fer.

Les causes du magnétisme du globe sont inconnues.

Quelques faits paroissent prouver que les rayons lumineux, principalement les *violets*, peuvent produire le magnétisme.

De l'Atmosphère, ou des Fluides gazeux qui enveloppent le Globe terrestre.

L'atmosphère est un fluide immense qui enveloppe le globe terrestre.

Elle est composée d'air pur ou oxigène 0.210, d'air impur ou azote 0.783, d'air inflammable ou hydrogène 0003, d'acide carbonique 0004, de miasmes.

La hauteur de l'atmosphère terrestre n'est pas connue.

Je pense qu'elle s'étend jusqu'aux atmosphères des autres globes...; mais elle est alors d'une rareté inconcevable, comme l'a fait voir Newton.

L'atmosphère éprouve différens mouvemens.

a. Le mouvement des marées.

Il est produit par l'action de la lune et du soleil.

b. Un mouvement d'occident en orient.

Il a différentes causes.

c. Un mouvement de l'équateur aux pôles.

d. Un mouvement des pôles à l'équateur.

Ces divers mouvemens de l'atmosphère ont une influence plus ou moins considérable sur les phénomènes géologiques.

La densité de l'atmosphère terrestre étoit primitivement plus considérable qu'elle n'est actuellement.

Des Principes composant le Globe terrestre.

Les principes dont le globe terrestre est composé, paroissent de trois natures différentes :

a Les fluides éthérés;
b Les fluides gazeux;
c Les substances concrètes.

Les fluides éthérés sont :

Le fluide calorifique, ou le feu;
Le fluide lumineux;
Le fluide électrique, ou galvanique;
Le fluide magnétique;
Le fluide nébuleux;
Le fluide gravifique, ou éthéré.

. . . .

Les fluides gazeux sont :

L'air pur, ou gaz oxigène;
L'air inflammable, ou gaz hydrogène;
L'air impur, ou gaz azote.

Les substances concrètes sont :

Le charbon,
Le soufre,
Le phosphore,
L'iode,
Le bore,
Le fluore,
Le chlore,
Neuf terres;
Deux alcalis, la potasse et la soude;
Vingt-huit substances métalliques.

. . . .

Les fluides éthérés et les fluides gazeux ne paroissent pas des substances composées; on les regarde comme des substances simples.

Les substances concrètes paroissent se former journellement, comme dans les nitrières et dans d'autres combinaisons, ou chez les êtres organisés par leurs forces vitales.

J'ai supposé que ces substances concrètes sont produites par les combinaisons des fluides éthérés, et des fluides gazeux...

Toutes ces substances, dont est composé le globe, étoient réunies et formoient une masse fluide avant que de former le globe; elles tournoient sur un axe en 23ᵈ 56′ 4″. Cette rotation devoit avoir lieu, afin que le globe qui en est résulté, ait acquis la forme sphéroïdale qu'il a.

Toutes ces substances se sont combinées, ont cristallisé, et ont formé le globe par cristallisation.

J'AI PROUVÉ CE POINT FONDAMENTAL DE LA GÉOLOGIE.

Le noyau du globe, sa masse, a été formé par des substances qui étoient à l'état aériforme; elles ont cristallisé d'une *cristallisation aériforme.*

Mais la croûte du globe, sa partie superficielle, a été formée de substances qui étoient dissoutes dans l'eau; elles ont cristallisé d'une *cristallisation aqueuse.*

Les seules substances volcaniques, telles que les laves..., ont été dissoutes par le feu, et ont cristallisé d'une *cristallisation ignée.*

Ces diverses cristallisations sont:

a Ou régulières,
b Ou confuses,
c Ou *grenues.*

J'ai fait connoître cette troisième espèce de cristallisation des substances minérales, dans la craie, qui cristallise d'une manière grenue....

De la Surface du Globe terrestre.

Cette surface du globe est composée de différens terrains:

a Terrains primitifs;
b Terrains secondaires;
c Terrains d'alluvion;
d Terrains volcaniques.

Ces terrains présentent des plaines, des vallées, des montagnes.

La plus grande partie de cette surface est occupée par les eaux.

Cette surface a éprouvé un refroidissement plus considérable que l'intérieur du globe; il a dû s'y faire des fentes comme dans les glaciers.

On ignore la nature et l'étendue de ces fentes.

Des cavernes plus ou moins considérables sont dans l'intérieur du globe.

On en ignore la nature et l'étendue.

Des Terrains primitifs.

Ils sont composés de roches, ou de masses de pierres agrégées, dont les principales sont :

Les granites,
Les porphyres,
Les gneis,
Les schistes micacés,
Les pétrosilex,
Les lydiennes,
Les cornéennes,
Les schistes primitifs argileux,
Les serpentines,
Les calcaires primitifs,
Les dolomies,
Les gypses primitifs,
Les fluors,
Les terrains métalliques primitifs,
L'anthracite,
Le soufre,
Les brèches primitives,
Les pouddings primitifs,
Les sables primitifs.

. . . .

Les granits et granitoïdes sont composés de différentes substances minérales cristallisées ensemble.

Ces cristallisations sont analogues à celles des différens sels mélangés, tels que le nitre, le sel marin..., qui cristallisent chacun distinctement et séparément.

Les gneis, les schistes micacés.... cristallisent comme les granits....

Les porphyres et porphyroïdes sont composés de différentes substances minérales cristallisées, dont quelques-unes exigeant plus d'eau de cristallisation que les autres, cristallisent distinctement et séparément, tandis que les autres cristallisent en masses.

Les lydiennes, les pétrosilex, les cornéennes, les schistes argileux, les serpentines... sont composés de différens principes

qui cristallisent en masse et ne laissent point de cristaux distincts.

Les calcaires primitifs, les gypses, les fluors... sont des sels neutres qui cristallisent à la manière de ceux-ci, et affectent des formes soit régulières, soit confuses.

Des Substances métalliques.

Elles sont assez abondantes dans les terrains primitifs; elles s'y présentent sous trois formes différentes :

a En *filons;*

b En *couches*, ou *floez;*

c En petits amas, *stoewerdes....*

a. J'ai prouvé que les dépôts de ces substances métalliques dans les terrains primitifs, avoient été faits par *cristallisation;*

b. Que les lois des affinités avoient déterminé ces dépôts.

L'anthracite a formé des dépôts dans les terrains primitifs; ces dépôts ont été faits par cristallisation, et ont obéi aux lois des affinités.

Le soufre se trouve également dans ces terrains : il y a cristallisé et y a obéi aux lois des affinités.

Cette formation des dépôts de ces mines par *cristallisation*, est encore UN GRAND PAS QUE J'AI FAIT FAIRE A LA GÉOLOGIE.

Toutes ces substances proviennent des combinaisons de la matière première, de celle des fluides éthérés et gazeux.

Des Terrains secondaires.

Les terrains secondaires sont composés de substances cristallisées, différentes de celles qui forment les terrains primitifs; on y distingue principalement,

Les calcaires,
Les craies,
Les gypses,
Les appatits,
Les argiles,
Les ardoises, ou schistes,
Les houilles,
Les substances métalliques,
Le soufre,
Le sel gemme.

Toutes ces substances contiennent des quantités plus ou moins considérables de fossiles.

Les calcaires secondaires sont des sels neutres composés de chaux et d'acide carbonique; ils cristallisent comme tous les sels neutres.

Les craies ne diffèrent des calcaires dont nous venons de parler, que par leur état terreux. Néanmoins elles sont cristallisées, mais d'une cristallisation que j'ai désignée par le nom de *cristallisation grenue.*

Les gypses, les appatits... sont également des sels neutres qui sont cristallisés.

Les argiles ne sont pas cristallisées; elles ont seulement été *suspendues* dans les eaux. Néanmoins elles ont obéi aux lois des affinités.

Les schistes secondaires, les ardoises, ont été déposés comme les argiles.

Des Substances métalliques des Terrains secondaires.

Les dépôts des substances métalliques, faits dans les terrains secondaires, diffèrent de ceux des terrains primitifs; elles ne forment pas de filons proprement dits, mais elles se présentent sous des formes particulières.

a. En *couches*, ou *floez*, comme les galènes de la Carinthie.

b. En *nids*, comme les mines de mercure d'Idria.

c. En *formes terreuses*, comme les mines de fer limoneuses, les mines de fer terreuses.

Des Bitumes.

Les bitumes, ou *houilles*, forment des couches immenses dans les terrains secondaires.

Ces bitumes sont formés des débris de végétaux et d'animaux.

J'ai distingué dans la formation de ces bitumes, quatre époques bien caractérisées :

a Le dépôt des fossiles végétaux ou animaux, tels que les bois fossiles, les tourbes...;

b La minéralisation de ces substances;

c La fluidité des bitumes;

d La formation des couches bitumineuses et leur cristallisation.

Les bois fossiles, les tourbes, des substances animales fossiles... sont les substances qui ont formé les houilles ou bitumes.

Mais ces substances dans leur état primitif n'auroient pu former ces houilles.

Elles ont donc dû être minéralisées.

Cette minéralisation a été opérée par la réaction des acides, l'acide sulfurique et les acides végétaux, sur ces diverses substances.

Ces substances minéralisées et converties en bitumes, ont été liquides, ou à peu près liquides.

Elles ont été ensuite déposées *par cristallisation*, et ont formé des couches régulières comme les substances calcaires, les substances schisteuses....

La compression a influé sur la formation de ces substances bitumineuses.

Du Sel gemme.

Le sel gemme forme des dépôts considérables dans les terrains secondaires.

Ces dépôts de sel gemme paroissent avoir été formés dans des lacs semblables à ceux qu'on voit en Afrique, comme le lac de Tozzer..., les lacs de Natron en Egypte....

Des Substances des Terrains secondaires.

Une partie des substances qui forment les terrains secondaires, a été apportée des terrains primitifs....

Mais une autre portion est de formation nouvelle.

Elle a été produite par des combinaisons nouvelles, comme dans les nitrières, ou par les forces vitales chez les êtres organisés.

De la Dissolution des Substances minérales.

Toutes ces diverses substances que nous venons de dire avoir formé la surface du globe, ont été tenues en dissolution dans les eaux; mais comment cette dissolution s'est-elle opérée? c'est un des problèmes les plus intéressans de la Géologie, et dont on n'a pas encore la solution.

Les terres,
Les pierres,
Les substances métalliques,
Les substances bitumineuses,
. . . .

ont été dissoutes dans les eaux, pour y pouvoir cristalliser.

C'est un fait.

Mais ces dissolutions présentent de grandes difficultés.

Les eaux qui ont opéré ces dissolutions étoient-elles pures?

Ou ces eauxétoient-elles mélangées avecquelque dissolvant?

J'ai prouvé dans mes *Leçons de Minéralogie*, que la plupart de ces substances étoient des oxides.

Or ces oxides se dissolvent avec assez de facilité dans les eaux; c'est tout ce que nous pouvons dire de plus vraisemblable.

Néanmoins ces dissolutions laissent encore beaucoup à desirer, pour en apercevoir toutes les causes.

Il faut faire de nouvelles recherches.

De la Formation des Montagnes et des Vallées.

La formation des montagnes et des vallées est une des questions les plus intéressantes de la Géologie.

J'ai supposé que la surface primitive du globe n'étoit pas plane, ou à peu près plane.

Elle étoit couverte de groupes irréguliers de cristaux amoncelés.

Ces groupes ont formé les montagnes et les vallées.

Les plaines terminoient ces montagnes et ces vallées.

LES MONTAGNES ET LES VALLÉES ONT DONC ÉTÉ FORMÉES PAR CRISTALLISATION.

J'AI ÉTABLI PAR DES FAITS, CETTE VÉRITÉ QUI EST DU PLUS GRAND INTÉRÊT EN GÉOLOGIE.

Car nous avons vu les efforts inutiles que les géologues ont faits pour expliquer cette formation des montagnes et des vallées.

Néanmoins quelques montagnes et quelques vallées ont pu être formées par d'autres causes que la cristallisation.

a Par des soulèvemens de terrain;

b Par des affaissemens de terrain;

c Par l'action des courans.

Mais ce sont des phénomènes locaux et bornés.

Des Fossiles.

Les fossiles, ou les débris des êtres organisés, appartiennent aux terrains secondaires; ce sont eux qui les distinguent des terrains primitifs...; ils sont de deux espèces:

a Les fossiles végétaux,

b Les fossiles animaux.

Leur quantité est immense.

L'histoire des fossiles est d'une grande importance pour la la formation des terrains secondaires.

On

On doit observer que les débris des êtres organisés ne se conservent dans la terre, que dans des circonstances particulières qui les mettent à l'abri des causes de destruction, c'est-à-dire des impressions de l'air, des pluies...; ils se présentent sous différens états :

a Les fossiles sont entiers, comme les insectes du succin...; les bois fossiles enfouis;
b Ils sont *terréfiés*, ou réduits en une espèce de poussière terreuse;
c Ils sont *bitumineux*, ou convertis en bitumes;
d Ils sont *métallisés*;
e Ils sont *pétrifiés*;
f Ou ils n'ont laissé que *leurs empreintes*.
L'histoire des fossiles présente plusieurs questions intéressantes.
On avoit dit que les fossiles n'avoient point d'analogues vivans.
Il est avoué aujourd'hui que différens fossiles ont des analogues existans; il y en a même en assez grand nombre, ainsi que nous l'avons vu.

Les mêmes fossiles se trouvent à de grandes distances, même dans différens continens, comme en Europe et en Amérique...
L'explication de ce phénomène se conçoit assez facilement; car j'ai prouvé que les mêmes espèces d'êtres organisés avoient été produites en *différentes contrées* et à *différentes époques*.

L'éléphant, par exemple, a pu être produit dans l'ancien continent et en Amérique...; on peut donc les trouver fossiles dans les deux continens....

Il y a quelques fossiles, tels que le *magatherium*..., dont on ne trouve point d'analogue vivant..., on en avoit conclu que des espèces d'êtres organisés étoient perdues et avoient cessé d'exister....

Mais de nouveaux faits ont rendu cette opinion douteuse. Il paroît qu'on vient de trouver l'analogue du *mégalonix*, qu'on croyoit également perdu...; on pourra donc également trouver les autres espèces qu'on croyoit perdues....
Quelques géologues supposent même qu'aucune espèce n'est perdue : ce qui ne paroît pas probable.

Les fossiles se trouvent dans différens endroits:
a Dans les pierres;
b Dans des brèches;

c Dans les houillières;

d Dans les tourbières;

e Dans des cavernes.

J'ai distingué les différentes époques où l'on peut supposer qu'ont été déposés les fossiles.

Des fossiles qu'on trouve dans notre hémisphère boréal, paroissent avoir leurs analogues dans les contrées équinoxiales.

Quelques-uns même paroissent avoir existé dans l'hémisphère austral.

J'ai supposé, avec Buffon, que la cause de ce phénomène provient de la température primitive du globe, qui étoit très-élevée; par conséquent celle des zones tempérées y étoit suffisante pour que les êtres organisés, qui ne peuvent plus vivre aujourd'hui que dans les contrées équinoxiales, pussent à cette époque subsister dans celles-ci.

Au reste l'histoire des fossiles exige encore beaucoup de recherches.

Des Terrains d'Alluvion.

Les terrains d'alluvion, ou les attérissemens, ont été produits par l'action des courans.

Les uns ont été produits dans le sein des mers, des lacs....

Les autres ont été produits par les autres courans qui ont lieu à la surface du globe, savoir, les rivières, les fleuves...

Ces terrains d'alluvion se présentent sous différentes formes:

a Ou comme des brèches;

b Ou comme des poudding;

c Ou comme des sables.

Les *brèches* sont formées de substances de différentes natures, brisées et anguleuses; elles sont agglutinées par des cimens divers. On distingue :

a Des brèches de terrains primitifs;

b Brèches des terrains secondaires.

Les *pouddings* sont formés de substances de différentes natures, brisées et arrondies, et agglutinées par divers cimens. On distingue :

a Des pouddings des terrains primitifs;

b Des pouddings des terrains secondaires.

Les *sables* sont les mêmes substances réduites en très-petites parties; on distingue également :

a Sables des terrains primitifs;

b Sables des terrains secondaires.

Terrains d'Eau douce.

J'avois fait voir dans ma *Théorie de la Terre*, tome V, pag. 137, que différens terrains avoient été formés dans des lacs d'eaux douces. On les distingue par les fossiles d'eaux douces qu'ils contiennent.

J'ai donné des développemens à cette vérité.

Mais j'ai fait voir que des *fossiles d'eaux douces* contenus dans un terrain, ne prouvent pas toujours qu'il ait été formé dans des eaux douces, parce que des fossiles d'eaux douces sont journellement charriés par des courans dans le sein des mers, et y sont mélangés avec les nouvelles couches qui s'y forment.

Des *fossiles marins* peuvent également se trouver dans des lacs d'eaux douces, parce qu'ils auront été détachés des bassins de ces lacs, lesquels bassins contiennent des fossiles marins.

Les fossiles marins se mélangeront avec les nouvelles couches d'eaux douces qui se forment dans ces lacs.

Le géologue ne peut donc prononcer si un terrain est de formation d'eaux douces, ou non, que par les circonstances particulières.

Des fossiles marins se trouvent même dans des terrains qui sont au-dessus des terrains qui contiennent des fossiles d'eaux douces.

Des Substances volcaniques.

Les *substances volcaniques* sont les produits des éjections des volcans.

Ces substances sont de différentes natures. J'ai distingué,

Laves fontiformes,
Laves pétro-siliceuses,
Laves téphriniques,
Laves hornblendiques,
Laves leucitiques,
Laves augitiques.

. . . .

Ces substances volcaniques ont joui d'une fluidité ignée, et ont souvent coulé en grandes masses, qui quelquefois affectent la forme prismatique.

Elles ont passé à l'état pierreux en se *dévitrifiant*.

Cette *dévitrification* est opérée par deux causes:

a Un refroidissement lent;

b Une compression plus ou moins considérable.

Les substances volcaniques sont des produits des roches que nous connoissons, et qui ont subi des degrés de chaleur plus ou moins considérables.

Les pétro-silex ont formé les laves pétro-siliceuses.

Les téphrines, les laves téphriniques.

Les hornblendes, les laves hornblendiques.

Les leucites, les laves leucitiques.

Les augites, les laves augitiques.

Les lydiennes, les cornéennes, les schistes argileux, ou thonschiester... ont produit les laves fontiformes....

Des cristaux paroissent se former dans les laves en fusion. Les principes de ces cristaux disséminés dans ces substances coulantes, peuvent se réunir et affecter une forme cristalline régulière, tels que les leucites, l'olivine....

De la Chaleur des Volcans.

La chaleur des volcans provient principalement de l'*action galvanique* que les différens strates exercent les uns sur les autres.

Cette action produit de grands degrés de chaleur; elle fond ces différentes roches, les met en fusion....

Elle enflamme les substances combustibles qui se rencontrent dans ces foyers, tels que

Les bois fossiles,
Les bitumes,
Les pyrites,
Les métaux.

. . . .

Enfin cette action galvanique produit les *commotions souterraines*, les tremblemens de terre : leur analogie avec les commotions électriques a été remarquée par tous les observateurs.

Des Volcans d'air.

Les *volcans d'air*, ou *salces*, sont également des effets de l'action galvanique; ils produisent des phénomènes remarquables, chaleur, détonation, éjections considérables comme les volcans....

Ces volcans d'air ne sont pas aussi répandus que les volcans ordinaires.

Des Terrains pseudo-volcaniques.

Les *terrains pseudo-volcaniques* sont produits par l'inflammation de quelques substances bitumineuses, qui a chauffé les matières dont elles étoient recouvertes.

Les produits de ces inflammations ont des rapports si rapprochés avec les substances volcaniques, qu'on leur a donné le nom de *pseudo volcaniques.*

On trouve dans ces terrains des schistes qui, par l'action du feu, ont pris les caractères des laves fontiformes....

Des Météorolites.

Les *météorolites* me paroissent des produits de substances terrestres combinées ou mélangées avec l'air inflammable, et élevées avec lui au haut des airs. Cet air inflammable est enflammé par une étincelle électrique; il y a lumière, détonation..., et les substances qui étoient vaporisées, se réunissent et tombent sous forme de météorolites.

Cette composition indique la manière dont le noyau du globe a pu être formé.

De la Masse des Eaux.

Les eaux couvrent plus de la moitié de la surface du globe. Leur étendue est plus considérable dans l'hémisphère austral que dans le boréal.

La profondeur moyenne des bassins des mers me paroît pouvoir être évaluée à environ 250 toises.

Les eaux des mers sont sujettes à différens mouvemens qui ont une grande influence sur les divers phénomènes géologiques.

a. Le mouvement des marées produit par l'action du soleil et de la lune.

Il est ensuite modifié par différentes causes locales, qui le font beaucoup varier sur les différentes côtes.

b. Des courans d'orient en occident;

c Des courans des régions polaires à l'équateur;

d Des courans des régions équinoxiales vers les régions polaires;

e Des courans particuliers dépendans de causes locales.

Ces divers courans produisent à la surface du globe plusieurs phénomènes intéressans.

J'ai considéré les courans généraux des eaux sous deux rapports principaux :

Ou avant l'apparition des continens,

Ou après l'apparition des continens.

Les courans avant l'apparition des continens parcouroient librement la surface de la terre, sillonnant les portions des continens qu'elles recouvroient....

Les courans après l'apparition des continens, furent modifiés par les obstacles que ceux-ci leur opposoient. Ainsi le courant de la mer Atlantique fut arrêté par la chaîne des Cordilières, et ne put plus arriver dans la mer Pacifique.

Ces courans agissoient avec impétuosité contre la portion des continens qui étoit découverte.

Ils continuoient leur action sur les continens qu'ils recouvroient.

Ils transportoient les différens corps qui étoient sur leur passage.

L'action des courans dans l'hémisphère austral paroît produire des phénomènes particuliers.

De la Diminution des Eaux à la surface du Globe.

La *diminution des eaux* à la surface du globe, ou l'abaissement du niveau des eaux des mers, est un phénomène confirmé par un si grand nombre de faits, qu'on ne sauroit le révoquer en doute.

Mais elle présente deux difficultés considérables :

a Déterminer le lieu où les eaux se retirent;

b Déterminer les causes de cette retraite.

Maillet supposoit qu'une partie de ces eaux pouvoit s'évaporer dans les autres globes.

D'autres supposent que ces eaux se rendent dans des cavernes de l'intérieur du globe.

Cette dernière hypothèse me paroît plus probable. J'ai supposé

a Qu'une partie des eaux qui ont disparu de dessus la surface de la terre, s'est retirée dans des cavernes de l'intérieur du globe.

b. Mais les fentes, produites à la surface du globe par son refroidissement, ont reçu une autre partie de ces eaux.

Néanmoins je conviens que l'explication de cette diminution des eaux présente encore beaucoup de difficultés.

Quelques géologues supposent que cette diminution des eaux de la surface du globe s'est opérée subitement par quelque grande catastrophe....

Je pense au contraire qu'elle s'opère lentement : c'est ce que tous les phénomènes indiquent.

Des Différens Systèmes géologiques.

Différens systèmes ont été proposés par les savans pour expliquer les phénomènes de la Géologie.

J'en ai distingué trois principaux, fondés sur la nature de la fluidité des substances dont est composé le globe.

a. Les uns supposent la fluidité *aériforme*, tels que ceux de Thaut, d'Anaximène....

b. Les seconds supposent la liquidité *ignée*, tels que ceux des Brames, des Phéniciens..., de Zénon....

c. Les troisièmes supposent la liquidité *aqueuse*, tels que ceux des Egyptiens, des Hindoux..., de Sanchoniaton, de Thalès...

J'ai supposé que le noyau du globe avoit été formé de substances à l'état aériforme, comme Thaut....

Que la croûte avoit été formée par des substances qui jouissoient d'une fluidité aqueuse..., comme Sanchoniaton....

Qu'il n'y avoit que les laves qui avoient joui d'une fluidité ignée.

Je ne pense pas que la masse du globe ait joui d'une fluidité ignée,

Ni de la fluidité aqueuse.

Des Catastrophes.

Des *catastrophes* sont-elles arrivées au globe terrestre?

Tous les peuples et tous les philosophes ont supposé qu'il étoit arrivé au globe, différentes catastrophes générales. Ils supposent deux espèces principales de ces catastrophes:

a Les unes par le feu,

b Les autres par l'eau.

Aucune de ces catastrophes générales ne me paroît prouvée; elles n'ont jamais été que des phénomènes particuliers et dépendant des causes locales.

Mais aucun fait ne me paroît indiquer qu'il y ait eu des catastrophes générales.

Des Cataclysmes.

Les anciens supposoient encore que des catastrophes générales du globe étoient arrivées à différentes périodes fixes; ce qu'ils appeloient des *cataclysmes*.

Mais aucun fait ne prouve l'existence de ces cataclysmes.

Ces faits que nous venons de rapporter, prouvent que le plus grand nombre des phénomènes géologiques s'expliquent assez bien d'après mes principes; on en doit conclure que la *théorie de la terre* possède au moins autant de faits constatés que les autres branches de la Philosophie naturelle; elle est aussi avancée et peut-être plus qu'aucune d'elles.

Les deux faits, dont l'explication paroît la plus difficile, sont, ainsi que nous l'avons dit:

a La dissolution dans l'eau des substances minérales, dont la croûte du globe est composée;

b La disparition de cette quantité d'eau dont la surface du globe a été couverte.

Quant à la première difficulté, nous y avons déjà répondu. Nous avons supposé que les diverses substances dont le globe est composé, sont à l'état d'*oxides :* or les oxides purs sont en général très-solubles dans les eaux; ils n'y deviennent insolubles, ou à peu près insolubles, que quand ils ont contracté des combinaisons.

Quant à la seconde difficulté, nous dirons que la diminution des eaux à la surface du globe est un fait certain : or il ne paroît pas que les eaux aient pu passer en d'autres globes.

Elles se sont donc enfouies dans l'intérieur du globe terrestre.

. . . .

. . . .

Ces *Leçons de Géologie* doivent être considérées comme une suite de mes *Leçons de Minéralogie* publiées en 1813. Ces deux ouvrages contiennent presque toute ma théorie sur ces objets. Cependant il en est encore quelques parties éparses dans mes autres ouvrages.

J'ai réuni dans ces cinq volumes ce qui, d'après les connoissances actuelles, m'a paru le plus probable sur la connoissance des minéraux, et sur la manière dont le globe a été formé.

La Géologie a fait de grands progrès, et chaque jour elle en fait de nouveaux; néanmoins elle a encore beaucoup à acquérir.

J'ai consacré à cette étude une partie de ma longue vie.... Il est temps de terminer ces travaux....

En voici l'énumération :

1°. *Leçons de Minéralogie*, 2 vol. in-8°.

2°. *Leçons de Géologie*, 3 vol. in-8°.

Ces

Ces cinq volumes renferment :

Mon édition de la *Sciagraphie* de Bergman.

La première édition de la *Théorie de la Terre*.

La seconde édition du même ouvrage.

Un Abrégé de Minéralogie dans le *Buffon*, édition de Sonini, Abrégé qui fut mutilé et défiguré, au point que je ne le connois plus.

3°. *Considérations sur les Êtres organisés*, 3 vol. in-8°. Mes *Vues Philosophiques* s'y trouvent renfermées.

4°. *Principes de la Philosophie naturelle*, 2 vol. in-8°.

5°. *De la Nature des Etres existans*, 1 vol. in-8°.

6°. *De l'Homme considéré moralement*, 2 vol. in-8°.

7°. Quelques Mémoires d'économie politique.

8°. *Journal de Physique*......., 56 vol. in-4°, dont j'ai été l'éditeur.

Quant à mon ouvrage *sur l'Air pur*, le fond de ma doctrine subsiste, puisqu'il est avoué que l'*air pur n'est pas l'oxigène*, ainsi que je l'ai dit; mais il devroit être remanié en entier, vu la multitude des nouveaux faits..., et je n'en ai pas le temps (1).

J'aurois desiré pouvoir encore achever quelques autres travaux... pour terminer mon *Cours de Philosophie*.

Je voudrois particulièrement réunir tout ce que j'ai publié sur les *Tables de Probabilité des Connoissances humaines ;* elles me paroissent d'un assez grand intérêt pour les progrès de l'esprit humain, pour en faire un ouvrage particulier.

J'aurois aussi voulu réunir mes travaux sur l'*économie politique ;* on y verroit la pureté de mes principes pour pouvoir procurer à l'homme des grandes *sociétés trop populeuses*, une sage liberté, également éloignée de l'oppression de la servitude, et des horreurs de l'anarchie....

On me demandoit comment j'avois pu me tenir dans ce juste milieu....: *c'est*, répondis-je, *que je n'ai jamais consulté que mon cœur, sincèrement ami de la vérité et de la justice*, sentimens qui m'ont été inculqués dès l'enfance par les meilleurs des parens.... C'est que sans ambition, je n'ai recherché ni *fortune*, ni ce qu'on appelle si faussement les *honneurs*, les *grandeurs*, les *dignités*, les *titres*....

---

(1) Tous ces ouvrages se trouvent chez Mme Ve Courcier.

Je n'ai voulu, comme Socrate... être que moi.

. . . .

Mais le temps, la santé... me manquent pour achever ces travaux....

. . . .

Nous venons d'exposer un grand nombre de faits sur la Cosmogonie en général, et sur la Géologie en particulier. Nous avons vu une multitude d'opinions des plus beaux génies, qui toutes présentent plus ou moins de difficultés et se combattent mutuellement; elles nous convainquent que nos connoissances ne sont sans doute pas assez avancées pour embrasser le système entier des êtres existans, des grands globes, et de celui de la terre en particulier.

L'Histoire naturelle a décrit le plus grand nombre des minéraux; mais il lui en demeure encore à découvrir.

Quelque progrès qu'ait fait la Chimie, elle a encore beaucoup de choses qu'elle ne connoît pas. Les notions qu'elle nous fournit sur la nature des terres, des substances métalliques, des acides, des alcalis..., enfin sur tout ce qu'on appelle *élémens* et substances simples, sont extrêmement bornées.

La manière dont ces substances forment les pierres des terrains primitifs, ne nous est guère plus connue.

Leur mode de cristallisation est également caché;

Et cependant ce sont ces données qui peuvent nous faire entrevoir la formation du globe terrestre.

La formation des terrains postérieurs à ces primitifs, présente également beaucoup de difficultés.

Les observations astronomiques, sur lesquelles nous pouvons compter, ne datent pas de deux mille cinq cents ans: et ce temps est sans doute trop court pour apprécier les irrégularités, ou anomalies, et perturbations que peuvent éprouver dans leurs cours les différens corps célestes.

Il n'y a donc que quelques probabilités à offrir à cet égard; et cependant ces perturbations doivent beaucoup influer sur les mouvemens de notre globe et sur les phénomènes géologiques.

Ce ne sera, par exemple, que dans la suite des siècles qu'on pourra s'assurer si la durée de son mouvement diurne et de son mouvement annuel est constante; si la diminution de l'obliquité de l'écliptique se tient dans les limites qu'on lui assigne aujour-

d'hui; si réellement il n'a pu y avoir de printemps perpétuel, quoique toute la savante antiquité en ait parlé.

Enfin les comètes fourniront des données précieuses. Il faut les observer pendant une longue suite de siècles, pour savoir s'il n'y en auroit pas quelques-unes qui pussent exercer une action quelconque sur notre globe; pour constater si les retours périodiques de quelques autres ne pourroient pas exercer leurs actions sur le globe à des périodes réglées, et produire ainsi ces CATACLYSMES réguliers, dont les traditions de tous les anciens peuples font mention; car cet accord unanime mérite toute l'attention du philosophe.

. . . .

Toutes ces recherches exigent une longue suite de siècles, qui ne sont point à notre disposition.

Mais ce que nous pouvons, ce que nous devons faire pour avancer nos connoissances sur la *Théorie de la Terre*, est de continuer de recueillir des faits, de vérifier ceux qu'on connoît, de rectifier plusieurs erreurs qui nous sont échappées, de perfectionner les analyses minérales, d'examiner les modes dont la cristallisation s'opère dans les grandes masses....

Toutes ces recherches sont dignes d'occuper l'homme raisonnable, et peuvent exercer le plus vaste génie...

Dans l'explication de ces grands phénomènes, il ne faut exclure aucune cause particulière; mais on doit toujours chercher les causes générales; et les cas postérieurs ne seront regardés que comme des phénomènes des agens secondaires.

En parlant du commencement des choses, je crois nécessaire de rapporter ce que le savant dom Calmet dit dans son Commentaire (tome I, pag. 2) de cette expression, *creavit Deus*.

« *CREAVIT DEUS*, *Dieu créa*.

» Ce terme créer signifie deux choses dans l'Ecriture :

» 1°. Tirer du néant.

» 2°. Donner la forme à quelque chose.

» Tous les Juifs et les Chrétiens le prennent ici dans le
» premier sens, et nous n'avons aucun terme qui signifie d'une
» manière plus précise la *création* proprement dite, que l'hébreu
» *bara* et le latin *creare*.

» L'Ecriture et la tradition nous déterminent à le prendre

» ici pour marquer donner l'être et l'existence aux choses » crées.

» Quelquefois il signifie seulement *produire quelque chose » d'une manière ordinaire, en changeant la disposition, ou » la configuration de ses parties intérieures ou extérieures*, » comme dans ce chapitre premier, versets 21 et 27, où il est » dit que Dieu créa les poissons.

» Verset 21. *CREAVITque Deus cete grandià, et omnem » animam viventem atque motabilem, quam produxerant aquæ » in species suas, et omne volatile secundùm genus suum....*

» Verset 27. *Masculum et feminam* CREAVIT *eos*, en parlant » de l'homme et de la femme. »

RECHERCHES

SUR LA NATURE DE LA MATIÈRE HUILEUSE DES CHIMISTES HOLLANDAIS;

PAR MM. ROBIQUET ET COLIN.

Lues à l'Institut le 1er avril 1816.

On se rappelle qu'en 1796 les chimistes hollandais firent la découverte d'un hydrogène beaucoup plus carboné que celui qu'on obtient par la distillation des matières végétales; ils en étudièrent et en décrivirent les propriétés les plus marquées; ils observèrent que cet hydrogène surchargé de carbone donnoit, lorsqu'on le mêloit avec volume égal de gaz muriatique oxigéné, un liquide huileux particulier. Cette propriété leur parut si singulière qu'ils s'en servirent pour caractériser leur corps nouveau, et ils lui donnèrent le nom de *gaz oléfiant*, nom que l'on a conservé pendant long-temps, et auquel on a substitué depuis peu seulement celui de *gaz hydrogène percarboné*, comme étant plus propre à en désigner la nature. Cette découverte produisit une grande sensation à cette époque, et tous les chimistes y prirent un vif intérêt, non pas précisément par la singularité du résultat qu'elle offroit, mais bien plutôt parce qu'elle confirmoit parfaitement les idées que l'on avoit alors sur la nature des huiles et de l'acide muriatique. On la jugea donc très-propre à donner un nouveau degré de force aux idées déjà reçues depuis l'établissement de la doctrine pneumatique, et on trouva tout naturel que de l'hydrogène et du carbone formassent de l'huile par leur combinaison avec l'oxigène de l'acide muriatique oxigéné. Mais aujourd'hui que les chimistes considèrent l'acide muriatique oxigéné comme un corps simple, on ne peut plus donner une explication satisfaisante de ce phénomène, si on admet que le corps huileux qu'on obtient par la réaction

du chlore et du gaz oléfiant puisse avoir quelqu'analogie de composition avec les huiles ordinaires. En effet, en adoptant l'hypothèse actuelle, on ne peut y supposer d'oxigène, à moins qu'on n'en admette dans la composition du gaz oléfiant, ce qui seroit tout-à-fait contradictoire avec l'opinion des meilleurs chimistes et des plus célèbres physiciens.

Ces considérations nous ont engagés à faire un nouvel examen de ce liquide huileux, et à mieux étudier les différentes circonstances de sa formation. Nous espérions pouvoir donner une solution complète de tous les phénomènes qui y ont quelques rapports; mais de grandes difficultés se joignent à ce genre d'expériences. Quand on agit sur un produit qui admet un certain nombre d'élémens dans sa composition, et que ces élémens peuvent se réunir entre eux dans un autre ordre et dans d'autres proportions, il arrive souvent que les moyens d'analyse qu'on peut employer ne conduisent qu'à une plus grande complication. En général, l'analyse exacte de plusieurs gaz réunis ou combinés offre des difficultés; mais il en est certains d'entre eux qui, par leur analogie de composition ou par la similitude des produits qu'ils fournissent, présentent de plus grands obstacles, et ce n'est qu'en employant des considérations particulières et souvent détournées qu'on peut conclure leur existence. Le corps que nous avons eu à examiner nous a présenté tous ces inconvéniens, et nos résultats n'offrent pas tout le degré d'exactitude que nous eussions desiré leur donner. Cependant nous avons cru que notre travail offroit assez d'intérêt, dans l'état où il se trouve, pour être publié.

Le chlore étant supposé bien connu dans sa nature, et devant être regardé comme un corps simple, on peut faire deux hypothèses différentes relativement à sa manière d'agir sur le gaz hydrogène percarboné: ou le corps huileux qu'on obtient est tout formé, et seulement retenu en dissolution dans le gaz oléfiant, et le chlore ne fait que l'en précipiter en contractant avec ce gaz quelque combinaison particulière; ou bien ce même corps résulteroit de l'union intime du chlore avec le gaz oléfiant lui-même ou avec ses élémens.

La première supposition a quelque apparence de probabilité, parce que l'hydrogène percarboné ne s'obtient qu'avec un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, ou, ce qui revient au même, en distillant les résidus d'éther sulfurique : or on sait que, sur la fin de cette opération, c'est-à-dire, à l'époque où le gaz hy-

drogène percarboné se dégage, il se produit aussi ce que l'on nomme de l'*huile douce* du vin. En conséquence notre premier soin a dû être de prendre toutes les précautions convenables pour séparer complètement l'huile douce qui auroit pu être retenue par le gaz oléfiant. Nous allons décrire l'appareil qui nous a servi à préparer ce gaz, et nous indiquerons en même temps de quelle manière nous avons produit la combinaison de nos deux fluides élastiques.

Nous avons établi un double appareil pour obtenir simultanément le gaz oléfiant et le chlore; le premier de ces deux appareils étoit composé d'abord d'une cornue contenant des résidus d'éther, d'une allonge et d'un matras tubulé : celui-ci plongeoit dans un mélange de glace et de sel, afin de condenser l'eau et le peu d'éther qui accompagnent ce gaz; de la tubulure du matras partoit un tube de Welter, dont l'autre extrémité plongeoit dans un flacon rempli aux deux tiers par une dissolution de potasse caustique très-concentrée, et destinée à arrêter l'huile douce et le gaz sulfureux : ce n'étoit qu'après avoir dépouillé le gaz oléfiant de l'eau, de l'huile douce et du gaz sulfureux, qu'on le faisoit arriver, au moyen d'un nouveau tube, dans un vaste ballon où se rendoit en même temps le chlore qui se dégageoit du second appareil; le chlore ne subissoit d'autre purification que son lavage par l'eau. Enfin ce double appareil étoit terminé par un tube plongeant sous une cloche pleine d'eau. Les choses étant ainsi disposées, nous avons mis tous nos soins à diriger chacune des deux opérations de manière à obtenir un dégagement extrêmement lent, très-régulier et tout-à-fait proportionnel de part et d'autre. Lorsque ces deux conditions étoient bien remplies, la combinaison s'effectuoit de telle façon que rien ne se dégageoit à l'extrémité de l'appareil, tandis que, dans le cas contraire, on recueilloit une certaine quantité du gaz surabondant, et plus ordinairement un mélange des deux. On est d'abord long-temps sans remarquer aucun phénomène particulier, parce que le ballon, où se réunissent les deux gaz, contient une très-grande quantité d'air atmosphérique qui fait obstacle à la combinaison qui s'effectue plus tard; mais, à mesure que la proportion de cet air devient moindre, on voit paroître une légère rosée qui se condense sur les parois internes du récipient, et dès-lors on ne tarde point à voir ruisseler de toutes parts et en stries fort déliées un liquide plus ou moins coloré qui va se réunir à la partie inférieure, et dont la quantité augmente tant que dure l'opération.

Comme nous avons répété cette expérience un grand nombre de fois, nous avons eu occasion d'observer que le produit qu'on obtient varie suivant que, dans le cours de l'opération, l'un ou l'autre des deux gaz se trouve en excès. Si c'est le chlore qui domine, aussitôt qu'on débouche le grand récipient, il se dégage des vapeurs abondantes et très-acides, d'une odeur mixte de gaz hydro-chlorique et de chlore : on y distingue aussi, en dernier lieu, quelque chose d'aromatique et comme camphré. Le liquide contenu dans le vase est coloré en jaune verdâtre, répand aussi des fumées suffocantes et très-acides : sa saveur est caustique et acerbe ; tandis qu'au contraire, si on a fait dégager proportionnellement plus d'hydrogène carboné que de chlore, on ne remarque aucune vapeur ; le liquide est incolore, d'une odeur suave et n'a point d'acidité sensible : sa saveur est vive comme celle des huiles essentielles, mais elle n'a rien de désagréable.

Après nous être assurés d'un moyen de nous procurer de cette substance en aussi grande quantité que nous le voudrions, nous nous sommes occupés d'étudier les diverses circonstances qui peuvent influer sur sa production. Aussi nous nous sommes assurés que la présence d'une certaine quantité d'air ou d'une portion plus ou moins grande d'humidité n'empêchoit pas sa formation, et qu'elle n'en avoit pas moins lieu lorsque les gaz étoient parfaitement purs et exempts d'eau. Nous avons vu aussi que les volumes respectifs des deux gaz pouvoient être variés sans qu'ils cessassent de produire de cette matière huileuse ; que cependant elle étoit plus abondante lorsqu'on employoit un volume double de chlore, et que, dans tous les cas, on ne pouvoit parvenir à observer tout le chlore qu'après un temps très-long. Une autre observation que nous croyons à propos de consigner ici pour la constater, c'est l'odeur camphrée que prennent ces mélanges de gaz, surtout pour ceux qui ont été faits avec un excès de chlore ; et ce qui nous a paru encore plus remarquable, c'est la propriété dont ils jouissent de donner des ramifications cristallines d'odeur et de saveur camphrée, principalement quand on les expose aux rayons solaires. Mais, ne voulant point nous écarter de notre but principal, qui est de chercher à déterminer la nature de la substance des chimistes hollandais, nous ne ferons qu'indiquer ici ces divers phénomènes, nous proposant d'en traiter plus particulièrement dans un second travail.

Dans tous les cas, il faut, pour obtenir un résultat identique, laver cette huile avec une petite quantité d'eau distillée qui

enlève

enlève tout à-la-fois et l'acide et la matière colorante, s'il en existe. Ce liquide, ainsi obtenu, ne doit plus rougir la teinture de tournesol ; s'il en étoit autrement, un deuxième lavage dans pareille quantité d'eau suffiroit pour enlever jusqu'aux dernières portions d'acide ; c'est dans cet état que les chimistes hollandais l'ont obtenue, parce qu'ils combinoient leurs gaz au-dessus de l'eau : elle a alors une couleur gris de perle. Nous nous sommes assurés qu'elle ne devoit son opacité qu'à une certaine quantité d'humidité dont nous sommes parvenus à la séparer complètement en la rectifiant au bain-marie sur du chlorure de calcium fondu et pulvérisé.

Ce n'est qu'après cette suite d'opérations que nous l'avons jugée dans son plus grand état de pureté, et qu'elle nous a offert les caractères dont nous allons faire mention. Ce liquide huileux est incolore, d'une odeur très-analogue à celle de l'éther hydro-chlorique, dont il a aussi la saveur sucrée particulière. Sa pesanteur spécifique, déterminée à 7° centigrades, est de 1,2201, celle de l'eau étant prise pour l'unité. Sa force élastique, mesurée à 9°,3 du même thermomètre, est de 62,65 centimètres; et son point d'ébullition, calculé d'après la tension indiquée, a été fixé à 66°,74. Si on la soumet à l'ébullition à feu nu, on remarque qu'elle se volatilise avec la plus grande facilité, mais qu'elle subit une légère atération : elle ne tarde point à prendre une couleur ambrée, se colore de plus en plus, et laisse enfin, lorsqu'on pousse l'opération à bout, un léger résidu charbonneux.

On voit donc que cette substance est moins volatile et beaucoup plus pesante que l'éther hydro-chlorique, avec lequel elle a d'ailleurs plusieurs points d'analogie.

Si on verse une certaine quantité de cette huile éthérée dans une cuiller d'argent légèrement échauffée, et qu'on en approche un corps en ignition, aussitôt elle prend feu et la flamme qu'elle répand est verte ; cette flamme est accompagnée de fumées épaisses, suffocantes, qui projettent dans l'air une grande quantité de flocons semblables au noir de fumée. Si on opère cette combustion au-dessous d'une cloche légèrement humectée, on voit la matière charbonneuse se déposer sur les parois internes ; et en examinant l'eau dont elle est imprégnée, on lui trouve une saveur acide très-prononcée. Le nitrate d'argent mis en contact avec cette humidité se décompose si complètement qu'il se prend en masse : ainsi l'on voit que pendant la combustion il s'est développé une quantité considérable d'acide hydro-chlorique, et on

se rappelle sans doute que l'éther hydro-chlorique se comporte absolument de la même manière quand on le soumet à de semblables épreuves.

Ces premières données suffisoient pour éclairer sur la nature de notre combinaison, et faire voir que le chlore en étoit une des parties constituantes; mais nous desirions de plus connoître dans quel rapport il pouvoit y exister. Nous avons tenté différens moyens d'en faire l'analyse, et, pour nous guider, nous l'avons mis en contact avec les corps que nous supposions capables d'en opérer la décomposition. Nous n'indiquerons point tous les essais qui n'ont donné aucun résultat satisfaisant, et nous ne citerons que ceux qui nous ont paru présenter quelque intérêt.

L'action des alcalis caustiques est trop lente, surtout à froid, pour qu'on puisse s'en servir comme d'un moyen analytique, parce qu'on n'est jamais certain d'une décomposition complète, les alcalis ayant la propriété de la dissoudre; et si on emploie la chaleur, une partie passe sans altération. Il y a cependant une chose remarquable dans cette réaction des alcalis, c'est le développement d'acide hydro-chlorique qui se manifeste après quelques jours de contact, sans dégagement de gaz et sans précipitation de carbone. Nous avons observé, dans quelques-unes de ces expériences, qu'il se formoit un peu d'acide carbonique; mais nous n'avons jamais observé aucun dégagement de fluide élastique.

L'ammoniaque liquide présente des phénomènes tout-à-fait analogues aux autres alcalis. Lorsqu'elle est gazeuse, elle n'a point d'action sensible à froid sur cette même substance; mais si on les fait rencontrer l'une et l'autre à l'état de fluide élastique et à une température élevée, il y a production d'hydrochlorate d'ammoniaque et dégagement d'un gaz inflammable.

Le chlore a une action bien marquée : il est absorbé en assez grande proportion par cette liqueur oléagineuse; il lui donne une couleur citrine verdâtre, lui communique une odeur désagréable, et alors elle acquiert la propriété de répandre des fumées suffocantes et très-acides; sa saveur devient caustique et comme métallique; le lavage à l'eau distillée enlève l'acide et le chlore en excès, et la portion d'huile non décomposée paroît avec toutes ses propriétés : l'eau de lavage contient beaucoup d'acide hydrochlorique. Cette expérience fait voir que cet acide qui accompagne quelquefois la matière huileuse pendant sa formation n'est

point dû à une réaction du chlore sur l'hydrogène percarboné, mais bien à une décomposition de la matière huileuse une fois formée. Aussi avons-nous déjà fait remarquer qu'elle n'étoit ni acide ni colorée, si on avoit soin d'entretenir un excès d'hydrogène percarboné pendant toute la durée de l'opération.

Lorsqu'on fait passer la vapeur de ce corps sur de l'oxide de cuivre chauffé au rouge cerise, la décomposition s'en opère avec une grande facilité, et ce seroit un bon moyen d'analyse, sans l'extrême difficulté qu'on éprouve à empêcher qu'il ne passe avec l'acide carbonique une certaine proportion de gaz inflammable, qui est lui-même très-chargé en carbone. On trouve d'ailleurs dans le tube de verre où se fait l'expérience, du cuivre réduit et du chlorure de cuivre.

La chaleur seule déterminant la décomposition de notre substance, c'est le moyen auquel nous nous sommes plus particulièrement arrêtés comme étant celui qui mène aux résultats les plus simples. Voici de quelle manière nous avons procédé :

Un tube de porcelaine étant disposé sur un fourneau, nous avons adapté à l'une de ses extrémités un tube de verre communiquant sous des cloches pleines de mercure, et à l'autre, une très-petite cornue contenant deux à trois grammes de substance. Nous avions eu soin d'introduire des fragmens de porcelaine dans le tube pour faciliter la décomposition de la vapeur; tout l'appareil étant bien luté, nous avons chauffé graduellement le tube jusqu'à l'amener au rouge blanc; alors nous avons fait passer un peu de vapeur de l'huile éthérée, et nous en avons réglé l'expansion de telle manière que les bulles de gaz se succédoient dans un intervalle de temps parfaitement égal.

Nous faisons remarquer cette manière de procéder parce qu'elle est essentielle au succès de l'opération : un courant trop rapide entraîne une portion de la vapeur sans qu'elle ait subi de décomposition, et occasionne dans le tube de verre un dépôt de charbon assez considérable pour qu'il puisse s'obstruer si l'on continue; tandis que, si l'opération est bien conduite, tout le charbon se dépose dans le tube de porcelaine.

On n'a commencé à recueillir les gaz provenant de la décomposition par la chaleur que quand on a jugé que tout l'air de l'appareil avoit disparu, et on a eu soin de plus de vider chaque cloche lorsqu'elle étoit au tiers pleine, afin d'être bien sûr qu'il n'y restât point d'air. Ce gaz répandoit des vapeurs dans

l'atmosphère comme le gaz hydro-chlorique; il rougissoit le tournesol; il précipitoit le nitrate d'argent et brûloit au contact des corps enflammés. Ayant jugé par là qu'il étoit composé d'un gaz inflammable et d'acide hydro-chlorique, nous avons cherché à en déterminer les proportions, et nous avons obtenu les résultats suivans, en absorbant le gaz hydro-chlorique par l'eau, et prenant la moyenne des expériences faites sur chaque cloche :

2me cloche 100; Résidu — 46,895.
3me cloche 100; Résidu — 43,225.
4me cloche 100; Résidu — 40,102.
5me cloche 100; Résidu — 38,436.
6me cloche 100; Résidu — 38,785.

On observe que les résidus sont d'autant plus considérables qu'ils sont plus près du commencement de l'expérience, et qu'ils deviennent sensiblement égaux à partir de la 5me cloche, c'est-à-dire, lorsque les bouchons ont absorbé toute la quantité d'acide hydro-chlorique qu'ils peuvent prendre. Le résidu est un gaz qui brûle avec une flamme bleuâtre, et donne pour produit de sa combustion de l'eau et de l'acide carbonique. Mis en contact avec le potassium, il n'éprouve aucune altération sensible dans son volume, lors même qu'on fait volatiliser ce métal dans une atmosphère de ce gaz.

Si l'on prend la moyenne des analyses de la 5me et de la 6me cloche, qui se correspondent parfaitement, on voit que, sur 100 parties du mélange gazeux fourni par la décomposition de la substance des chimistes hollandais, il y a 61,39 de gaz hydro-chlorique et 38,61 du gaz inflammable dont nous avons parlé.

On a pu juger par ce que nous venons de rapporter, combien il existe d'analogie entre cette huile du gaz oléfiant et l'éther hydro-chlorique : tant de points de similitude entre ces deux corps devoient nécessairement nous conduire à quelques expériences comparatives.

La décomposition de l'éther hydro-chlorique par la chaleur avoit été indiquée comme impraticable, parce qu'il paroissoit extrêmement difficile de se rendre maître de l'expansion d'un liquide aussi volatile, et que la grande quantité de charbon qui se dépose dans les tubes avoit toujours déterminé l'explosion des appareils. Néanmoins nous l'avons tentée, et nous pouvons dire qu'en ce point elle a réussi au-delà de nos espérances. Voici quel genre de précautions nous y avons apporté : nous avons,

comme dans le cas précédent, rempli notre tube de fragmens de porcelaine; cette précaution est indispensable, parce qu'en multipliant les points de contact on propage la chaleur également dans toute la masse du fluide élastique, et qu'il en résulte nécessairement une décomposition plus complète.

Au lieu d'employer une cornue, nous nous sommes servis d'un tube courbé à angle droit et terminé par une petite boule très-mince; cette boule se trouvoit distante du fourneau d'environ un pied. Comme nous avions plutôt besoin de modérer l'expansion de l'éther que de l'exciter, nous avons placé sous la boule de verre un vase contenant un peu d'eau et de glace. A l'autre extrémité de l'appareil, nous avons adapté un tube de verre portant une boule à quelque distance de l'issue du tube de porcelaine, et courbé de manière que cette boule pût plonger dans un mélange refroidissant. Lorsque le tube de porcelaine a été chauffé au rouge blanc, la chaleur extérieure du fourneau a suffi pour déterminer la vaporisation de l'éther; et lorsque les bulles de gaz se succédoient trop rapidement, nous avions l'attention d'exhausser le vase disposé au-dessous de l'éther, de manière à faire plonger dans l'eau environ un tiers de la boule, ce qui suffisoit pour régler la distillation : un plus grand refroidissement eût produit une prompte absorption.

L'opération étant achevée, nous n'avons pu voir aucune portion d'eau dans cette partie du tube qui plongeoit dans le mélange refroidissant, et les gaz étant examinés, nous avons vu qu'une petite quantité d'eau y produisoit une absorption d'un tiers environ, ou exactement de 36,79 pour 100, absorption due évidemment au gaz hydro-chlorique. Dans ce même gaz privé d'acide, nous avons introduit soit de la baryte, soit de la potasse en dissolution, sans que nous ayons pu y découvrir la moindre diminution de volume; ainsi, puisque dans cette décomposition nous n'avions obtenu ni eau ni acide carbonique, nous ne pouvions rechercher l'oxigène que dans le gaz résidu.

Ce gaz brûle en bleu et donne, pour produit de sa combustion, de l'eau et de l'acide carbonique : ce ne peut donc être que de l'hydrogène carboné ou un mélange d'hydrogène carboné et de gaz oxide de carbone; et comme ce gaz contient tout l'oxigène qu'on obtient dans l'éther muriatique, nécessairement l'oxide de carbone doit y être en assez grande proportion. Cependant, lorsqu'on le soumet à l'action long-temps prolongée du potassium en vapeur, il ne se produit aucune variation

appréciable dans le volume, et de plus il ne se forme aucun dépôt charbonneux.

Nous avons essayé, par le même moyen, des mélanges de gaz hydrogène carboné et de gaz oxide de carbone en diverses proportions, et nous avons obtenu constamment une absorption égale au volume de ce dernier : on ne sauroit donc attribuer à la présence de l'hydrogène carboné, dans le gaz provenant de l'éther muriatique, la propriété dont il jouit de résister à l'action du potassium.

Pour acquérir quelque certitude relativement à la présence de l'oxide de carbone dans ce même gaz, nous avons construit un appareil disposé de telle façon, que les produits gazeux de l'éther muriatique décomposé par la chaleur traversoient, en sortant du tube de porcelaine, une petite quantité d'eau distillée, pour s'y dépouiller de leur acide hydro-chlorique. De là, ce gaz se desséchoit en passant sur des fragmens de chlorure de calcium fondu, et venoit ensuite traverser un deuxième tube de porcelaine contenant du proto-chlorure de mercure. On a d'abord fait chauffer le premier tube, et on a procédé, comme nous l'avons dit précédemment, pour déterminer la décomposition de l'éther; le gaz résultant de cette décomposition se lavoit dans l'eau et traversoit toute l'étendue de l'appareil sans éprouver d'autre altération. Au bout d'une heure environ, on a élevé la température du deuxième tube, celui où se trouvoit le chlorure de mercure. A peine a-t-il atteint le rouge cerise, que le dégagement des gaz s'est arrêté, bien que l'éther continuât toujours de traverser le tube en même quantité, et nous avons même été obligés, pour empêcher l'absorption dans le deuxième tube; de faire vaporiser l'éther beaucoup plus rapidement qu'auparavant. L'opération a été menée de la même manière pendant plus de demi-heure sans obtenir une seule bulle de gaz, et le dégagement n'a recommencé qu'à l'époque où tout le chlorure de mercure a été chassé, par l'effet de la chaleur, de la portion du tube contenue dans le fourneau.

L'eau dans laquelle plongeoit le dernier tube étoit devenue acide, et elle précipitoit fortement par le nitrate d'argent : nous avons trouvé dans le deuxième tube de porcelaine du mercure métallique et un dépôt de charbon.

Si nous ne nous abusons pas sur cette expérience, le gaz résidu provenant de l'éther muriatique ne doit contenir que de

l'hydrogène carboné, puisqu'il disparoît en entier en passant sur du chlorure de mercure, et qu'on obtient pour tout produit de l'acide hydro-chlorique et du charbon (1) : on ne devroit donc point, d'après cela, admettre l'oxigène comme partie constituante de l'éther muriatique, puisqu'on n'en retrouve dans aucun des produits de ces expériences analytiques.

Ces considérations nous avoient fait penser que cet éther étoit une combinaison d'hydrogène percarboné et d'acide hydro-chlorique, et nous avons émis publiquement notre manière de voir à cet égard dans une des séances de la Société de Pharmacie. Nous nous croyons d'autant plus fondés à soutenir cette opinion que, suivant les observations de M. Thenard, le résidu de l'éther hydro-chlorique ne retient pas sensiblement de matière charbonneuse, mais contient une très-grande quantité d'eau; or, d'après ce que nous avons appris de M. Gay-Lussac, les élémens de l'alcool sont dans une telle proportion qu'il peut être considéré comme de l'eau, plus du gaz oléfiant. Si donc ce gaz se combine avec l'acide hydro-chlorique, tout le charbon est enlevé, et il ne doit rester que de l'eau, ce qui est conforme à l'expérience. Néanmoins M. Boullay, qui s'est beaucoup occupé des éthers, n'admit point notre façon de penser, la combattit vivement, et lut, dans la séance suivante, une note tendant à la réfuter et à maintenir celle qu'il avoit émise anciennement, et qui consistoit à considérer l'éther hydro-chlorique comme une combinaison d'acide hydro-chlorique et d'alcool. Il publiera sans doute ses observations, et nous ne nous permettrons jusqu'alors aucune objection qui leur soit particulière. Seulement nous le prierons de faire attention à la remarque que nous a fait faire M. Ampère, et qui nous paroît d'un très-grand poids en faveur de notre hypothèse : c'est que la pesanteur du gaz hydro-chlorique ajoutée à celle du gaz oléfiant représente précisément celle du gaz éther hydro-chlorique, et que, de plus, la pesanteur du chlore, jointe à celle du gaz oléfiant, donne exactement la densité de la vapeur de la substance huileuse. Ces deux combinaisons ne différeroient donc, d'après cela, que par la proportion d'hydrogène; ce qui est entièrement conforme à nos expériences, et ce qui rend compte de la différence de volatilité et de pesanteur qu'on remarque entre l'éther et cette huile.

---

(1) Nous nous sommes assurés qu'il ne se formoit pas d'eau.

De telles conclusions s'accordent bien peu avec les résultats qu'on obtient par l'analyse eudiométrique, et comme jusqu'à présent nous ne sommes point en mesure de donner une explication satisfaisante de ces différences, nous nous bornerons à une simple exposition des faits.

Analyse du Gaz hydrogène carboné de l'Éther.

155 parties de ce gaz donnent, par leur combustion, un volume d'acide carbonique de 61,21 parties. Or on a employé, pour faire cette analyse eudiométrique, 183 parties de gaz oxigène pur, dont il n'est resté, après la combustion, que 33,33, etc.; il y en a donc eu 149,67 qui ont servi à brûler et le carbone et l'hydrogène du gaz soumis à l'analyse; sur ces 149,67 parties, il y en a eu 61,21 employées à la formation d'autant d'acide carbonique, et par conséquent 88,46 seulement ont transformé en eau le double d'hydrogène, c'est-à-dire, 176,92 parties de ce dernier.

Maintenant, si nous concluons le poids du carbone d'après la quantité d'acide carbonique observée, nous le trouverons égal à 22,2 : d'un autre côté, celui de l'hydrogène et celui du gaz soumis à l'expérience, conclus l'un et l'autre d'après leurs pesanteurs spécifiques respectives (1), sont pour les 176,92 parties du premier 12,95, et pour les 155 du second 53,14 : retranchant de ce dernier poids la somme de l'hydrogène et du carbone, on a un reste de 17,98, et par conséquent une perte égale. Or cette perte est ordinairement attribuée à de l'eau qui a été formée aux dépens d'une portion d'hydrogène et d'oxigène appartenant au gaz analysé. Ainsi il y auroit dans ce gaz une quantité d'eau de constitution faisant à très-peu près le quart de son poids. Or 17,98 d'eau contiennent 15,89 d'oxigène, et par conséquent 2,09 d'hydrogène; mais 15,89 d'oxigène représentent un poids d'oxide de carbone égal à 27,87, ou, en volume, à 28,80; donc, si les 155 parties en volume du gaz analysé étoient un mélange d'oxide de carbone et d'hydrogène carboné, il y auroit en volume 28,80 d'oxide de carbone, et par conséquent 126,20 d'un hydrogène carboné, contenant un volume d'hydrogène égal à 205,47, et fournissant par sa combustion 61,21 d'acide carbonique représentant pareil volume de vapeur de carbone.

---

(1) Celle du gaz inflammable dont il est ici question est de 0,34284.

Analyse

Analyse du Gaz de l'Huile des Chimistes hollandais.

Un volume de 157,5 du gaz inflammable obtenu en faisant passer l'huile du gaz oléfiant à travers un tube de porcelaine élevé à la température rouge, a fourni par sa combustion un volume d'acide carbonique de 48,83 parties. Or, sur les 173,76 parties d'oxigène qui ont été mêlées aux 157,5 de gaz pour en opérer l'analyse eudiométrique, il y en a eu 69,83 que la combustion n'a point employées; donc 103,93 parties seulement sont entrées en combinaison pour former de l'eau et de l'acide carbonique; mais ce dernier en a pris 48,83; donc il n'y en a eu que 55,10 employées à former l'eau aux dépens de l'hydrogène de ce gaz inflammable.

Il résulte de là que le poids du carbone, déduit comme dans la précédente analyse, est de 20,31 pour un volume de 157,5 de gaz inflammable, ou, ce qui revient au même, pour 71,15 en poids de ce même gaz; car sa pesanteur spécifique est de 0,45176. D'autre part, 55,10 d'oxigène ayant brûlé 110,20 d'hydrogène, il suit que le gaz soumis à l'analyse contient au moins 8,07 d'hydrogène en poids. Retranchant la somme des poids de l'hydrogène et du carbone de celui du gaz, il reste 42,77, représentant l'eau formée aux dépens de l'oxigène propre au gaz et d'une quantité d'hydrogène qui lui appartient aussi.

Ainsi le gaz inflammable obtenu en décomposant par le feu l'huile des chimistes hollandais contiendroit, comme celui de l'éther hydro-chlorique, une quantité notable d'oxigène. Or, comment admettre qu'un produit résultant de la combinaison du chlore et de l'hydrogène percarboné, dont la nature a été parfaitement étudiée et dont les proportions se trouvent concorder avec les pesanteurs spécifiques; comment, disons-nous, peut-on admettre dans un tel produit une proportion d'oxigène aussi forte, surtout si on remarque que des corps qui en sont aussi avides que le potassium, ne peuvent y démontrer la présence de la moindre portion de ce gaz; et d'ailleurs, s'il en étoit ainsi, il faudroit en conclure que cet oxigène est contenu ou dans le chlore ou dans le gaz oléfiant, puisque ce sont les seuls corps qui concourent à la formation de l'huile des chimistes hollandais. Nous craindrions de hasarder une opinion à cet égard, et nous nous proposons de poursuivre nos expériences sur ce point intéressant.

Malgré tous les soins que nous avons apportés dans ces ex-

périences eudiométriques, cependant nous n'osons y ajouter un grand degré de confiance, en raison de la difficulté qu'on éprouve à déterminer bien exactement la densité d'une petite quantité de gaz. Remarquons néanmoins que ces résultats se rapprochent de ceux obtenus par M. Thenard, qui, en traitant directement l'éther hydro-chlorique dans l'eudiomètre, a été amené à conclure que cet éther contient un poids d'oxigène double de celui de l'hydrogène surabondant à l'acide hydro-chlorique.

Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins constant que l'huile du gaz oléfiant est un véritable éther hydro-chlorique, ne différant de celui que M. Thenard a fait connoître que par le rapport et non par la nature de ses élémens, par une pesanteur plus grande et par une moindre volatilité. Ainsi l'acide hydro-chlorique, ou ses élémens, est susceptible d'entrer comme principe constituant dans deux éthers différens, et par conséquent il est encore analogue en ce point à l'acide hydriodique.

Nous terminons ce premier Mémoire par appeler l'attention des médecins sur ce nouvel éther : sa moindre volatilité en rend l'emploi beaucoup plus facile, et nous ne doutons point qu'il ne jouisse de propriétés qui lui soient particulières, et qui le feront peut-être ranger au nombre des médicamens utiles.

OBSERVATIONS

POUR SERVIR A UNE CLASSIFICATION DES ANIMAUX;

PAR M. DE BARBANÇOIS, DU DÉPARTEMENT DE L'INDRE.

LA division des animaux proposée par M. Delamarck, en deux grandes sections, savoir, les vertébrés et les invertébrés, présente des motifs si bien établis, que je ne crois pas qu'on puisse en adopter une plus parfaite; mais le même assentiment peut-il être donné à leur sous-division en quatorze classes proposée par le même auteur?

Ces quatorze classes sont : 1° les mammifères, 2° les oiseaux, 3° les reptiles, 4° les poissons, 5° les mollusques, 6° les cirrhipèdes, 7° les annelides, 8° les crustacés, 9° les arachnides (ou insectes sans ailes); 10° les insectes (ou insectes ailés); 11° les vers, 12° les radiaires, 13° les polypes, 14° les infusoires (*voyez* pag. 128, tome I de sa *Philosophie Zoologique*, imprimée en 1809).

Je ne le pense pas, et cependant je crois que cette sous-division, qui d'ailleurs mérite les plus grands éloges à son auteur, demande pour être adoptée quelques foibles changemens. C'est donc sous ce rapport et dans le desir que j'ai de contribuer de mes foibles moyens aux progrès de la science, que j'ai cru pouvoir me permettre de présenter quelques observations, que je soumets aux personnes plus éclairées que moi dans cette partie.

Première Observation. Je pense qu'il faudroit placer les hommes dans une classe séparée de celle des mammifères, car il se trouve entre eux et les mammifères des différences extrêmes.

D'abord, sous les rapports anatomiques, ils diffèrent des singes, en ce qu'ils ont le trou occipital presque perpendiculaire à la ligne de la base du crâne, et qu'ils ont le cerveau bien plus volumi-

neux, puisqu'il remplit leur crâne dont l'amplitude est démontrée par un angle facial qui porte depuis 75 degrés d'ouverture jusqu'à 90 degrés ou angle droit, n'étant jamais au-dessous de 75 degrés dans les races les moins parfaites; tandis que le crâne de l'orang ne présente pas un angle de plus de 65 degrés. Ils diffèrent encore des singes, en ce qu'ils n'ont pas de sac thiroïdien, et qu'ils possèdent exclusivement à tous les animaux, l'organe de la parole. Ils ont également pour différence marquante, que dans aucun animal et même dans l'orang, les filets nerveux ne sont aussi fins proportionnément à la grosseur des masses nerveuses.

Si on les considère ensuite sous les rapports apparens, ils diffèrent des singes, en ce qu'ils peuvent marcher constamment sur les talons et se tenir sur deux pieds; qu'ils ont les doigts des pieds moins longs et placés autrement, ne pouvant comme les singes employer les pieds aux mêmes fonctions que les mains; qu'ils ont l'angle facial bien plus ouvert, la mâchoire bien moins proéminente, la peau douce, presque dénuée de poil, excepté sur la tête et aux parties de la génération, n'y ayant d'exception à cet égard que pour les mâles, dont le bas de la face seulement et quelquefois la poitrine sont chargés de poils.

Quant aux rapports intellectuels, la différence est immense ou plutôt incommensurable : car, seuls parmi les animaux, ils sont susceptibles de connoître les rapports moraux et d'avoir une idée nette de l'existence, donc de la vie et de la mort, du passé, du futur; enfin d'avoir des idées métaphysiques, différence dont les résultats sont tels, qu'il faudroit pour les placer au rang qu'ils méritent d'occuper parmi les êtres, admettre un quatrième règne dans la nature, sous le nom de *règne moral*.

Deuxième Observation. Je pense qu'il seroit nécessaire de séparer les reptiles en deux classes, l'une qui renfermeroit les reptiles écailleux, et l'autre les reptiles visqueux : car ces reptiles diffèrent plus entre eux, que les insectes sans ailes ne diffèrent des insectes ailés, dont cependant on a reconnu la nécessité de faire deux classes; et d'ailleurs la réunion de ces divers reptiles dans une même classe, me paroit contraire à l'exactitude des méthodes actuelles.

Les différences extrêmes qui existent entre les reptiles visqueux appelés *batraciens* et les reptiles écailleux appelés *cheloniens*, *sauriens*, *ophydiens*, consistent en ce que les premiers éprouvent dans leur vie une métamorphose que les autres n'éprouvent pas;

que les premiers ont au commencement de leur existence, les formes et l'organisation d'un poisson, à tel point, qu'ils possèdent alors des branchies et n'ont point de poumons, ce qui n'a pas lieu dans les autres; d'où il résulte que sous ce seul rapport de l'organe de la respiration, il y a plus de différence entre les deux classes de reptiles que nous proposons, qu'il n'y en a entre les deux classes d'insectes admises. Les reptiles visqueux présentent tous une peau très différente de celle des écailleux, et ils ont la faculté de vivre des mois entiers dans l'eau, faculté refusée aux autres reptiles; mais c'est surtout sous le rapport du mode de génération que la différence entre ces deux classes est très grande, car les reptiles visqueux, sous les rapports de la petitesse et de la quantité des œufs et du mode de fécondation, sont bien plus rapprochés des poissons que des autres reptiles.

D'après ces différences, qui tendent à prouver que les reptiles visqueux tiennent plus aux poissons qu'aux autres reptiles, il me semble qu'il est indispensable d'en faire une classe séparée, qu'on pourroit regarder comme l'intermédiaire entre les poissons et les reptiles écailleux, et à laquelle il seroit peut-être plus convenable de donner le nom de *reptiles poissons* que celui de *reptiles écailleux;* d'ailleurs cette classe sera mieux désignée en lui donnant l'un de ces deux noms qui font opposition à celui de reptiles écailleux, que si on lui conservoit, comme quelques personnes pourroient le vouloir, le nom de *batraciens*, lequel doit être évité, non-seulement parce qu'il rappelle un ordre de la classe des reptiles, idée tout-à-fait contraire à celle de classe séparée; mais encore parce que n'ayant été donné aux reptiles visqueux que pour faire opposition aux dénominations affectées à chacun des trois ordres qui composent les autres reptiles, cette opposition d'ordre ne subsiste plus dans la nouvelle division que je propose.

Troisième Observation. Je pense, comme M. Cuvier, qu'il faudroit séparer les sèches de la classe des mollusques et en faire une classe séparée, sous le nom de *céphalopodes* qu'il leur a donné. En effet sous les rapports des systèmes nerveux, du nombre des cœurs, et de la tête où se trouve dans les sèches un crâne, un bec et des yeux très-marquans, il y a une telle différence entre les sèches et les autres mollusques, qu'il est impossible de ne pas reconnoître la nécessité d'en faire deux classes séparées.

Quatrième Observation. Je pense qu'il faudroit retrancher la classe des cirrhipèdes et la réunir à la classe des annelides,

comme a fait M. Latreille, parce que leur nombre et les différences qui les distinguent des annelides, ne sont pas assez importans pour nécessiter d'en faire une classe séparée, et que c'est affoiblir la division par classes que d'en multiplier le nombre sans de très-fortes raisons.

Cinquième Observation. Je pense qu'il seroit convenable de donner à la classe des insectes ailés, le nom d'*insectes à métamorphose*, parce qu'il y a beaucoup d'insectes de cette classe dont les ailes sont avortées, tandis qu'il n'y en a aucun qui ne subisse une métamorphose. Egalement je pense qu'il faudroit adopter pour la classe des vers, la désignation de *vers intérieurs* pour ne laisser aucun doute sur le mode d'existence affecté aux animaux de cette classe, et sur les différences marquantes qui les séparent des animaux des autres classes, auxquels jusqu'à ce jour on avoit donné le même nom.

Ainsi ces quatre dénominations de *reptiles écailleux*, de *reptiles visqueux*, d'*insectes à métamorphose*, des *vers intérieurs*, pourront rester affectées aux classes qu'elles concernent, jusqu'à ce qu'il plaise à un naturaliste en réputation de les changer contre des noms tirés du grec.

Si ces changemens étoient admis, on auroit alors seize classes, dont six pour les animaux vertébrés, savoir, les hommes, les mammifères, les oiseaux, les reptiles écailleux, les reptiles visqueux et les poissons; et dix pour les animaux invertébrés, savoir, les céphalopodes, les mollusques, les annelides, les crustacés, les arachnides, les insectes à métamorphose, les vers intérieurs, les radiaires, les polypes et les infusoires.

Cette première distribution reconnue, je proposerois de partager chacune de ces classes en deux sous-classes, mode de division qui me paroît très-intéressant à admettre, non-seulement parce que je le crois fondé en raison pour chaque classe sans exception, mais encore parce que présentant toujours des oppositions à l'esprit des étudians, il favorise de cette manière l'accès de la science.

Je pense qu'on peut diviser, comme M. Virey, la classe des hommes en deux sections ou sous-classes, savoir, celle des *intelligens* et celle des *bornés*, dont les différences apparentes sont constituées d'abord par la mesure de l'angle facial qui, dans les bornés, ne passe jamais 80 à 82 degrés au plus, tandis que dans les intelligens il est toujours plus ouvert : ce qui annonce dans

les premiers un cerveau d'une capacité moindre que celui possédé par les seconds; et ensuite par la peau noire ou noirâtre, lorsqu'elle est réunie à un poil court et laineux, ce qui a toujours lieu dans les sous-classes des bornés.

On peut d'ailleurs observer que cette sous-classe qui comprend notamment les Hottentots et les Nègres, a bien plus de conformité apparente avec les singes, que la sous-classe des intelligens sous les rapports de la proéminence de la mâchoire, de la grandeur de la bouche, de la longueur des bras et des doigts, de l'absence des mollets, et du trou occipital placé moins perpendiculairement à la ligne de la base du crâne.

La classe des *mammifères* me paroît présenter une division plus naturelle et plus tranchante en *terrestres* et en *marins*, que celle en trois sections adoptée jusqu'à ce jour, savoir, les onguiculés, les ongulés ou sabotés, et les mammifères à nageoires, qui ne sont autres que les mammifères marins; car on ne peut admettre entre les onguiculés et les ongulés, autant de différences à beaucoup près, que celles qui existent entre ces deux premières sections et la troisième.

La classe des *oiseaux* a été partagée par M. Lacépède en deux sous-classes, savoir, les oiseaux à *jambes garnies de plumes*, et les oiseaux à *jambes dénuées de plumes*, et cette division, sans être cependant très-marquante, me paroît néanmoins la meilleure qu'on puisse adopter.

La classe des *reptiles écailleux* présente une division naturelle et fortement prononcée en deux sous-classes, savoir, les *reptiles avec pattes* où se trouvent les chéloniens et les sauriens; et les *reptiles sans pattes* où se trouvent les ophydiens ou serpens.

La classe des *reptiles visqueux* se partage naturellement en deux sous-classes, les visqueux sans queue et les visqueux avec queue, lesquelles joignent à cette différence marquante à l'extérieur, celle d'avoir des organes différens de respiration; car les animaux de la première sous-classe ne conservent point de branchies dans leur état parfait, tandis que ceux de la seconde en conservent, tels sont les *salamandres*, les *sirènes*, les *protées* qui composent cette sous-classe.

La classe des *poissons* a été partagée par M. Lacépède en deux sous-classes, les *osseux* et les *cartilagineux*, et cette division me paroît la meilleure qu'on puisse adopter.

La classe des *sèches* ou des *céphalopodes* se divise naturel-

lement en deux sous-classes, les sèches portant *un sac* et les sèches portant *une coquille*, laquelle comprend les argonautes et les carinaires.

La classe des *mollusques* a été partagée par M. Bosc en deux sous-classes, les *céphalés* et les *acéphalés*, et cette division ne laisse rien à desirer.

La classe des *annelides* se divise naturellement en deux sous-classes, les *nus* et les *couverts*, laquelle comprend les animaux de cette classe qui ont un fourreau ou une coquille, ou qui se placent dans des corps étrangers (tels sont entre autres les cirrhipèdes).

La classe des *crustacés* a été partagée par M. Latreille en deux sous-classes, les *entomostracés* et les *malacostracés*, et cette division très-délicate me paroît bien établie.

La classe des *arachnides* a été partagée par M. Delamarck en deux sous-classes, les *antennistes* et les *palpistes*, et je crois cette division la meilleure qu'on puisse adopter.

La classe des *insectes ailés* ou à *métamorphose* a été également partagée par M. Delamarck en deux sous-classes, les *broyeurs* et les *suceurs*, et cette division est très-avantageuse à l'étude de cette partie si compliquée de l'Histoire naturelle.

La classe des *vers intérieurs* se partage naturellement en deux sous-classes, selon les organes où ils se placent, ainsi nous la diviserons en *vers intestins* ou *vers viscéraux*.

La classe des *radiaires* se composant, d'après M. Delamarck, des échinodermes et des radiaires mollasses, se trouve par cette raison partagée naturellement en deux sous-classes, savoir, les *échinodermes* et les *malacodermes*.

La classe des *polypes* se partage naturellement en deux sous-classes, les *polypes libres* ou polypes sans polypier, et les *aglomérés* ou polypes à polypier.

Enfin la dernière classe, celle des *infusoires* sera divisée, d'après M. Delamarck, en deux sous-classes, les *appendiculés* et les *lissés* ou sans appendices.

On peut encore partager les animaux en quatre divisions.

D'abord la section des vertébrés en deux, savoir, les vertébrés à *sang chaud* et les vertébrés à *sang froid*; les premiers comprennent les hommes, les mammifères et les oiseaux; les seconds comprennent aussi trois classes, les reptiles écailleux, les reptiles

visqueux

visqueux et les poissons; ensuite la section des invertébrés, également en deux, savoir, les *invertébrés à système nerveux visible* et les *invertébrés à système nerveux invisible*. Les premiers comprennent six classes : les céphalopodes, les mollusques, les annelides, les crustacés, les arachnides et les insectes à métamorphose. Les seconds comprennent les quatre dernières classes, et par conséquent les vers intérieurs, les radiaires, les polypes et les infusoires.

Outre ces divisions, on peut encore reconnoître que les animaux nous présentent différens degrés d'organisation très-prononcés, et lesquels sont affectés successivement à des corps organisés d'une manière plus parfaite et plus compliquée depuis l'infusoire jusqu'à l'homme.

M. Delamarck dans sa *Philosophie Zoologique*, ci-dessus citée, reconnoît six de ces degrés (*voyez* pag. 277, tome Ier); dans le 1er degré il place les infusoires et les polypes; dans le 2me, les radiaires et les vers; dans le 3me, les insectes et les arachnides; dans le 4me, les crustacés, les annelides, les cirrhipèdes et les mollusques; dans le 5me, les poissons et les reptiles; dans le 6me, les oiseaux et les mammifères.

Je pense que cette division n'est pas suffisante, d'abord parce que les mêmes raisons qui obligent de séparer les hommes de la classe des mammifères, tendent également à faire reconnoître qu'ils possèdent un degré d'organisation bien supérieur à celui des autres mammifères; ensuite il est impossible de comprendre dans le même degré d'organisation les mollusques avec les crustacés et les annelides, qui présentent des systèmes nerveux si différens; enfin il y a trop de différence entre l'organisation des polypes qui possèdent un tube digestif, organe essentiel des animaux, et celle des infusoires qui sont privés de cet organe, pour les comprendre dans le même degré. Ainsi ce seroit donc trois degrés de plus à ajouter aux six adoptés par M. Delamarck, d'où il résulteroit que les animaux présentent neuf degrés d'organisation qui sont constitués chacun de la manière suivante.

Le 1er degré d'organisation animale est constitué par le défaut d'apparence de parties nerveuses et d'organes quelconques, et surtout par la nullité du tube digestif; les animaux de ce degré qui ne comprend que les *infusoires*, jouissent seulement de l'irritabilité, propriété qui constitue l'animalité, et de la faculté de locomotion et de celle de se régénérer d'eux mêmes par fissure, ce qui les fait considérer comme *fissipares :* on peut les supposer

formés par une matière gélatineuse qui renfermeroit des points nerveux invisibles; et comme les animaux de ce degré n'ont point de tube digestif, ils sont les seuls qui paroissent vivre à la manière des plantes, par l'absorption des fluides et des liquides au milieu desquels ils se trouvent.

Le 2me degré d'organisation est constitué par le défaut apparent des organes de circulation, de respiration et de génération et d'aucune partie nerveuse, comme dans le degré précédent, mais aussi par la présence d'un tube digestif; les animaux de ce degré, qui ne comprend que les *polypes*, jouissent d'une excessive irritabilité, comme ceux du degré précédent, et de la faculté de se régénérer par bourgeons, ce qui les fait considérer comme *gemmipares*. On peut les supposer formés par une matière gélatineuse mieux organisée que celle qui est affectée à l'existence des animaux du degré précédent.

Le 3me degré d'organisation est constitué par les animaux chez lesquels on remarque, outre le tube digestif, des organes très-évidens, sans pouvoir leur affecter avec assurance aucun emploi particulier, soit pour la circulation, la respiration ou la génération; on ne leur voit également aucune apparence de système nerveux, et cependant il faut leur supposer un système de ce genre qui auroit un point central d'action et de réaction, puisqu'ils présentent une organisation déjà très-compliquée, et que d'ailleurs la plupart ne peuvent se reproduire par fissures ou par bourgeons comme ceux des degrés précédens; leur propagation se fait au moyen de corpuscules oviformes ou gemmules internes qu'ils répandent autour d'eux, ainsi on peut les considérer comme *subovipares*. Une partie d'entre eux possède un tube digestif complet, c'est-à-dire avec bouche et anus. Les animaux de ce degré, qui comprend les *radiaires* et les *vers intérieurs*, présentent donc une organisation bien plus compliquée que celle des animaux compris dans les degrés précédens, et cependant ils n'admettent pas les dispositions symétriques qui servent de base à l'organisation des animaux des degrés suivans.

Le 4me degré est constitué par un mode de circulation et de respiration résultant de l'existence d'un vaisseau dorsal et des trachées; par la présence d'une tête très-distincte, des pattes articulées et des sexes séparés; enfin par l'existence d'un *système nerveux* très-visible, consistant dans une moëlle nerveuse, longue, noueuse, ou cordon nerveux unique avec des renflemens appelés

ganglions, auxquels les nerfs aboutissent et dont l'antérieur bilobé a les apparences et fait les fonctions de cerveau.

Les animaux de ce degré, qui comprend les *arachnides* et les *insectes à métamorphose*, c'est-à-dire tous les *insectes ailés ou non ailés*, sont donc bien mieux organisés que ceux des trois degrés précédens; leur mode de génération est aussi très-différent, car les sexes s'accouplent et ils se reproduisent par des œufs fécondés : donc ils forment le premier degré de ce nombre immense d'animaux qui sont *ovipares*.

Le 5me degré est constitué par l'existence d'un cœur avec des artères et des veines, et point de vaisseau dorsal, et par celle des branchies au lieu de trachées, lesquels organes de circulation et de respiration, très-différens de ceux affectés pour le même objet aux animaux du degré précédent, sont accompagnés d'un système nerveux et d'un mode de reproduction à peu près semblables à ceux des animaux du degré précédent; de sorte que les différences marquantes entre ces degrés, sont l'effet de celles reconnues dans les systèmes de circulation et de respiration, qui sont bien plus perfectionnés dans ce 5me degré que dans le précédent. Les animaux de ce degré, qui comprend les *crustacés* et les *annelides*, sont donc aussi ovipares.

Le 6me degré est constitué par l'existence reconnue d'un système nerveux très-différent de celui affecté aux deux degrés précédens: ainsi au lieu d'un seul cordon nerveux avec des renflemens auxquels les nerfs aboutissent, les animaux de ce degré, qui comprend les *mollusques* et les *céphalopodes*, possèdent deux ou trois cordons nerveux qui n'ont de renflemens ou ganglions qu'à leurs extrémités, et même dans plusieurs d'entre eux (les céphalopodes) le ganglion antérieur paroît enveloppé d'un crâne cartilagineux. Une très-grande partie des animaux de ce degré présente un système osseux qui, sous le nom de *coquille*, est tout extérieur, et sous ce rapport, très-différent de celui affecté aux animaux des degrés suivans; une partie même des animaux de ce degré (particulièrement les céphalopodes) ont un os intérieur. Ce degré a aussi pour marque caractéristique et très-singulière, que presque tous les animaux qui le composent ont les sexes réunis, et se trouvent les seuls parmi ceux qui possèdent un système nerveux visible qui soient ainsi organisés; d'ailleurs ils ont à peu près les mêmes systèmes de circulation, de respiration et de reproduction par œufs, que les animaux des degrés précédens, et ils sont tous *ovipares*.

Le 7ᵐᵉ degré est constitué par l'existence reconnue d'une organisation extrêmement différente de celle des animaux des degrés précédens, laquelle ne présente qu'un système nerveux; tandis que celle des animaux de ce degré en présente deux très-différens et séparés même par leurs usages, dont l'un, sous le nom de *grand sympathique*, et qui seroit mieux désigné par le nom de *ganglionique*, reste affecté au mouvement des organes intérieurs de l'animal; et l'autre, qu'on peut appeler *sensitif* ou *cérébral*, se trouve le résultat d'une masse nerveuse dite *cerveau*, renfermée dans une boîte osseuse appelée *crâne*, avec un prolongement nerveux également renfermé dans une enveloppe osseuse appelée *vertèbres*, et lequel sert au mouvement des organes extérieurs; les animaux de ce degré possèdent encore un système osseux intérieur, ou squelette auquel viennent se rattacher leurs muscles, et enfin ils ont tous le sang rouge.

Dans ce degré, qui comprend les *poissons* et les *reptiles soit visqueux*, *soit écailleux*, dans les classes inférieures des vertébrés, le système de respiration commence à se perfectionner: on y voit le passage des branchies aux poumons vésiculeux, mais dans ce degré le système de circulation est encore imparfait, le cœur n'a qu'une ventricule et une partie du sang retourne du cœur dans la circulation sans avoir passé par les poumons, ce qui l'empêchant d'acquérir le degré de chaleur dont il est revêtu dans les animaux des degrés suivans, l'assujettit aux influences de la température de l'atmosphère, ce qui fait renfermer les animaux de ce degré dans la division des vertébrés à sang froid. Dans ces animaux, l'organisation nerveuse, quoique très-supérieure à celle des degrés précédens, est cependant encore bien inférieure à celle des animaux du degré suivant; car les hémisphères de leur cerveau, sont tuberculeux, peu plissés et ne remplissent pas la capacité du crâne, et cependant on voit déjà dans ce degré l'action réciproque des deux systèmes nerveux, c'est-à-dire que l'action du ganglionique peut être atténuée par celle du système sensitif, ce qui rend ces animaux susceptibles de connoître la crainte, effet très-important de ce degré d'organisation, et qu'on ne remarque pas dans les animaux des degrés précédens qui n'ont qu'un système nerveux, et qui tous par cette raison sont soumis à l'empire absolu de l'instinct. D'ailleurs quoique ces animaux aient les deux sexes séparés et une organisation bien plus parfaite que ceux des degrés précédens, ils sont cependant encore presque tous ovipares.

Le 8me degré est constitué par l'existence d'un système nerveux sensitif, et d'un système de circulation plus parfait que dans le degré précédent; dans les animaux de ce degré, qui comprend les *oiseaux* et les *mammifères*, les hémisphères du cerveau remplissent la capacité du crâne, elles sont plissées et non tuberculeuses, d'où il résulte que ce système sensitif rend les animaux de ce degré bien plus intelligens que ceux du degré précédent, et tellement, que dans plusieurs d'entre eux, et particulièrement dans le singe, le chien et l'éléphant, le système sensitif peut dominer accidentellement l'action du ganglionique à un point extraordinaire, et c'est ce qui a lieu toutes les fois que ces animaux éprouvant un chagrin très-vif, ils ne veulent plus manger; effet qui ne se remarque jamais dans aucun des animaux du degré précédent. Le système de circulation dans les animaux de ce degré, présente aussi un résultat très-différent : car leur cœur a deux ventricules et deux oreillettes, et leur sang passe entièrement par les poumons avant de retourner dans la circulation, ce qui lui donne une chaleur indépendante de celle de l'atmosphère, et l'élève constamment de 30 à 35 degrés. Le mode de génération est aussi plus parfait dans les animaux de ce degré, car non-seulement une grande partie d'entre eux est vivipare, et les femelles allaitent leurs petits, mais encore presque tous les ovipares de ce degré couvent leurs œufs, et parmi eux il y en a beaucoup où le mâle et la femelle ont soin des petits, ce qui ne se voit point dans les animaux du degré précédent.

Le 9me degré qui est affecté aux *hommes* exclusivement, est constitué par l'existence d'un organe particulier, celui de la parole, et par celle d'un système nerveux sensitif si supérieur à ce même système dans les degrés précédens, qu'elle rend les hommes susceptibles de s'élever à un degré d'intelligence auquel les autres animaux ne peuvent atteindre. Dans ce degré le système sensitif ou cérébral peut tellement et si constamment dominer le système des grands sympathiques ou le ganglionique, que cet effet pourroit être regardé comme un des moyens employés par l'auteur de la nature, pour donner aux hommes cette faculté qu'on appelle *raison*, et pour leur faire connoître cet ordre de besoins dont ils sont seuls susceptibles, et qu'on appelle *besoins moraux* : de même que c'est par la force de ce système qu'ils peuvent, exclusivement à tous les animaux, s'élever à des idées métaphysiques. D'ailleurs sous les autres rapports les animaux de ce degré sont organisés comme les mammifères,

particulièrement comme les singes, et se reproduisent de la même manière.

D'après l'exposé de ces différentes divisions, je proposerois le Tableau suivant :

Tableau de la Classe proposée.

	Sections.	Divisions.	Degrés.	Classes.	Sous-Classes.
Les animaux divisés en	vertébrés	à sang chaud.	9me.	Hommes	intelligens. bornés.
			8me.	Mammifères	terrestres. marins.
				Oiseaux	jamb. garn. de pl. jamb. dénu. de pl.
		à sang froid.	7me.	Reptiles écailleux	avec pattes. sans pattes.
				Reptiles visqueux	avec queue. sans queue.
				Poissons	osseux. cartilagineux.
	invertébr.	à système nerv. visible.	6me.	Céphalopodes	avec sac. avec coquille.
				Mollusques	céphalés. acéphalés.
			5me.	Annelides	nus. couverts.
				Crustacés	entomostracés. malacostracés.
			4me.	Arachnides	antennistes. palpistes.
				Insectes à métamorph.	broyeurs. suceurs.
		à système nerv. invisib.	3me.	Vers intérieurs	intestinaux. viscéraux.
				Radiaires	échinodermes. malacodermes.
			2me.	Polypes	libres. aglomérés.
			1er.	Infusoires	appendiculés. lisses.

NOUVELLE LITTÉRAIRE.

Mémoires pour servir à l'Histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacens; par M. *Pulassou*, Correspondant de l'ancienne Académie Royale des Sciences de Paris, et de l'Institut national.

Omnia incerta ratione, et in naturæ majestate absconditæ.
PLINE.

Un vol. in-8°. A Pau, de l'Imprimerie de Vignancourt.
A Paris, chez Barrois l'aîné, rue de Savoie, n° 13. 1815.

Extrait. M. Pulassou avoit publié, il y a bien des années, un ouvrage intitulé : *Essai sur la Minéralogie des Monts Pyrénées.* Cet ouvrage fut bien accueilli par le monde savant. L'auteur continua ses observations et donna un nouveau *Mémoire sur les Attérissemens formés des débris des Pyrénées*, qu'il présenta en l'an VII à l'Institut national, qui le jugea digne d'être imprimé parmi ceux des *Savans étrangers.*

Le nouveau volume que nous annonçons, contient tous les différens travaux de l'auteur. Nous le ferons connoître plus en détail.

TABLE

DES MATIERES CONTENUES DANS CE CAHIER.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire, pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL
DE PHYSIQUE,
DE CHIMIE
ET D'HISTOIRE NATURELLE.

AOUT AN 1816.



MÉMOIRE

Sur les Propriétés optiques du Muriate de Soude, du Fluate de Chaux et du Diamant;

PAR DAVID BREWSTER.

Extrait des *Transactions Philosophiques* de la Société royale d'Edimbourg.

LU LE 20 NOVEMBRE 1815.

Edimbourg, de l'Imprimerie de Nell et Compagnie. 1816.

L'ABBÉ Haüy a remarqué il y a long-temps, que la propriété d'une double réfraction n'est possédée par aucun des cristaux dont la forme de la molécule intégrante se distingue par sa symétrie, tels que le cube et l'octaèdre régulier. Cette classe de minéraux comprend le *fluate de chaux*, le *muriate de soude*, le *rubis spinelle*, le *muriate d'ammoniac*, l'*alun* et le *diamant*.

Quoique M. Haüy n'ait examiné qu'un très-petit nombre de cristaux doués d'une double réfraction, cependant, à l'exception du *diamant* à qui, dans beaucoup de circonstances, j'ai trouvé cette propriété, son observation a été confirmée par les expériences de Malus, de Biot et les miennes. Aussi considérons-nous tous les cristaux de cette classe comme n'exerçant pas plus d'action sur la lumière polarisée qu'une masse d'eau.

Aucune explication de cette anomalie singulière ne s'étoit offerte jusqu'au moment où M. Biot découvrit que tous les cristaux doués d'une double réfraction, se divisent en deux classes, dont l'une est représentée par le spar calcaire et l'autre par le cristal de roche; M. de Laplace (1) a déjà fait voir dans sa belle *Théorie de la Réfraction double*, que tous les phénomènes du spar calcaire peuvent s'expliquer en supposant la déviation du rayon extraordinaire produite par une force répulsive, dirigée de l'axe et proportionnée au carré du sinus de l'angle, que le rayon extraordinairement réfracté forme avec l'axe du cristal. M. Biot aperçut de la même manière que les phénomènes de la double réfraction dans le cristal de roche, s'expliquoient par une force attractive dirigée vers l'axe du cristal, et suivant la même loi; ce qui le conduisit à supposer que le *muriate de soude* et le *fluate de chaux*, etc., formoient une classe intermédiaire de cristaux dans lesquels il n'existoit ni force attractive, ni force répulsive, et conséquemment ni division, ni polarisation du pinceau transmis.

Les choses en cet état, les philosophes seront sans doute surpris d'apprendre que le *muriate de soude*, le *fluate de chaux*, le *diamant*, l'*alun*, et probablement tous les autres cristaux de la même classe, ont aujourd'hui la propriété de la double réfraction, mais accompagnée de circonstances d'une espèce particulière qui les fait regarder comme une nouvelle classe de cristaux à réfraction double.

Ce fut sur deux échantillons de spar fluor que je reconnus pour la première fois cette propriété. Deux de ces cristaux sembloient renfermer un certain nombre de cubes de teintes différentes, ayant leurs faces parallèles au cube externe.

Lorsque la lumière polarisée fut transmise par quelques-unes

---

(1) Sur la Loi de la Réfraction extraordinaire dans les cristaux diaphanes. *Mémoires de l'Institut*. 1809.

de ces faces, elle se dépolarisa distinctement, les axes neutres étant coïncidens avec les côtés, et les axes dépolarisans avec les diagonales des faces carrées; et ce qu'il y avoit de plus remarquable encore, c'est que dans ces échantillons il se trouvoit des portions de cristal dans lesquelles la lumière polarisée ne subissoit aucun changement. Dans ces expériences, la teinte polarisée par le spar étoit un *bleu* du premier ordre, ayant un *rouge pâle* pour compléter sa couleur.

Pour examiner ces teintes avec plus d'exactitude, je combinai le cube de spar fluor avec une lame de sulfate de chaux qui polarisa un *bleu brillant* du second ordre, ayant un *jaune orange* pour sa couleur opposée. Le bleu se changea en un *rouge écarlate* et quelquefois en un *rouge pourpre*, et le *jaune orange* complémentaire en un *blanc jaunâtre*. Lorsque le cube fut tourné 90°, le *bleu* fut changé en un *vert jaune pâle*, et le complémentaire *jaune orange* en un *pourpre jaunâtre*.

Ce changement de couleur étoit conforme aux lois qui régularisent l'action de tous les cristaux sur la lumière; mais je fus étonné d'observer que lorsque le cube de spar fluor restoit stationnaire, il y en avoit une portion qui rendoit *rouge* la couleur *bleue*, et le *jaune orange* d'un *blanc jaunâtre;* tandis qu'une autre portion rendoit *verte* la couleur *bleue*, et *pourpre* le *jaune orange*. Dans un autre échantillon, j'ai trouvé la même opposition dans les effets produits par deux portions différentes, séparées par une troisième portion qui n'avoit pas d'action sur la lumière; une partie produisant le même effet que l'autre après avoir tourné 90°, et celle-ci le même effet que la première après avoir tourné 90°. Les phénomènes précédens se présentèrent dans tous les échantillons qui avoient une épaisseur très-considérable.

Mes expériences sur le *muriate de soude* furent faites avec de grandes masses de différentes grandeurs, depuis un pouce et demi jusqu'à trois pouces de long. Toutes développèrent les mêmes propriétés que le spar fluor, en dépolarisant les axes coïncidens avec les diagonales des faces carrées et les axes neutres avec leurs côtés. Dans les morceaux les plus larges, la teinte polarisée étoit un beau *bleu* avec un *jaune pâle* pour sa couleur complémentaire : et les portions polarisées à l'opposite, produites par différentes parties de la masse, étoient arrangées en raies parallèles à l'une des diagonales de la face cubique. Les mêmes phénomènes se montrèrent dans de grands morceaux d'alun transparens.

Dans mes premières expériences sur le *diamant*, les échantillons que j'employai avoient des surfaces tout-à fait inégales ; mais je les ai répétées dernièrement avec neuf diamans égaux. Presque tous ces échantillons dépolarisèrent la lumière en taches séparées d'une forme différente; et les portions dépolarisantes avoient des structures opposées, comme les échantillons de muriate de soude et de spar fluor dont j'ai déjà donné la description. Un de ces diamans néanmoins exposé à la lumière polarisée, avoit une cristallisation plus parfaite et présentoit quatre franges. Leurs teintes étoient d'un blanc du premier ordre. Lorsque les franges inférieures d'un plateau de verre cristallisé furent maintenues parallèlement à celles supérieures, la différence de leurs effets se manifesta; et lorsque les mêmes franges furent placées parallèlement à une autre frange, on obtint la masse entière de leurs effets. D'où il suit que la structure qui produit les franges supérieures, est la même que celle d'une classe de cristaux doués d'une réfraction double, et la structure qui produit l'autre frange précitée, la même que celle de l'autre classe.

Les expériences précédentes nous portent à conclure que le *muriate de soude*, le *spar fluor* et le *diamant* combinent dans le même échantillon trois structures différentes, et forment une nouvelle classe de cristaux doués d'une double réfraction. Dans quelques parties, ils agissent sur la lumière comme cette classe de cristaux dans lesquels la déviation du rayon extraordinaire est supposée produite par une force attractive. Dans d'autres parties, ils agissent sur la lumière comme l'autre classe de cristaux dans lesquels le rayon extraordinaire dévie de l'axe en vertu d'une force répulsive; et dans les portions intermédiaires, ils présentent cette structure moyenne dans laquelle la lumière n'est pressée ni par l'attraction ni par la répulsion, et où il n'existe ni polarisation ni division du pinceau transmis. Si les lois qui règlent la cristallisation de ces minéraux eussent été attribuées à une opération continue, il est probable que les cristaux auroient eu pour leur forme primitive un cube parfait ou un octaèdre, sans jamais donner aucun des phénomènes de la double réfraction.

Cependant la plus petite irrégularité dans l'opération de ces lois auroit produit une déviation de la forme primitive parfaite, et conséquemment le cristal auroit dévié de la classe intermédiaire dans les classes attractives et répulsives, et ainsi acquis les trois différentes structures que nous leur connoissons aujourd'hui.

Si cette manière d'envisager le sujet est exacte, il s'ensuivra que les formes cubiques et octaèdres sont intermédiaires entre celles qui appartiennent aux classes attractives et répulsives des cristaux doués d'une double réfraction; qu'une déviation de ces formes sur un côté produira la structure de la classe attractive, et une déviation sur l'autre côté, la structure de la classe répulsive; que la force de la double réfraction augmente avec cette déviation; et qu'il existe une structure primitive constante appartenant à chaque minéral, au moyen de laquelle il est facile de reconnoître cette classe.

L'état imparfait de la Cristallographie ne nous permet pas de déterminer quelle est cette structure; mais lorsque cette science aura fait de nouveaux progrès, nous pourrons probablement, d'après les formes cristallines des minéraux, prononcer affirmativement sur le caractère et sur l'intensité de leur force doublement réfringente.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.			BAROMÈTRE MÉTRIQUE.			THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	
	heures. o	heures. o		heures. mill.	heures. mill.	mill.	o
1	à 7 m. +16,75	à 10 s. +10,25	+15,00	à 10 s. 754,28	à 4 m. 751,50	752,06	18,1
2	à 3 s. +20,25	à 4 m. + 8,00	+18,75	à 10 ½ m. 756,66	à 4 m. 755,50	756,88	18,4
3	à midi. +18,00	à 4 m. +11,25	+18,00	à 10 ¼ s. 758,16	à 4 m. 754,90	756 44	18,0
4	à midi. +19,00	à 4 m. + 9,50	+19,00	à 9 m. 758,56	à 10 ¼ s. 755,20	757,82	18,2
5	à 4 ½ s. +17,35	à 10 s. +10 50	+16,75	à 10 s. 756,84	à 4 m. 753,44	754,06	18,0
6	à 3 s. +22,25	à 4 m. + 8,25	+21,50	à 7 m. 757,96	à 10 s. 755 92	757,56	18,8
7	à 2 ½ s. +22,60	à 11 ¾ s. +13,00	+19,75	à 4 m. 754,56	à 11 ¾ s. 751,94	753.72	18,7
8	à 3 s. +21,85	à 4 m. +11,75	+21,00	à 9 m. 753,14	à 7 s. 750,90	752,80	19,3
9	à 3 s. +23,00	à 4 m. +13,75	+22,00	à 10 ½ m. 754,02	à 9 s. 751,58	753,88	19,4
10	à 3 s. +28,75	à 4 m. +11,50	+20,75	à midi 750,80	à 6 ¾ m. 750,40	750.80	19,3
11	à 3 s. +19 00	à 4 ¼ m. +12,25	+17,25	à 10 s. 753,36	à 4 ¼ m. 748,92	751,68	18,6
12	à 10 ½ m +19,00	à 4 ¼ m. +11,50	+16,50	à 9 ¾ s. 757,14	à 4 ¼ m. 753,10	753,50	18,2
13	à midi. +19,00	à 4 ¼ m. +10,75	+19,00	à 9 m. 760,46	à 4 ¼ m. 759,00	760,28	18,7
14	à 1 ½ s. +21,50	à 4 ¼ m. +10,00	+20,75	à 4 ¼ m. 760,06	à 9 s. 754,80	758,20	18,5
15	à 3 s. +19.00	à 10 ½ s. +13,50	+17,10	à 4 ¼ m. 752,00	à 9 m. 751,60	751 70	18,1
16	à 3 s. +17,75	à 4 ¼ s. +11 25	+13,45	à 10 ½ m. 751,82	à 3 s. 751,04	751,50	17,4
17	à 3 s. +18,75	à 4 ¼ m. +10,25	+15,25	à 3 s. 751,64	à 10 ½ s. 749.70	751,50	16,8
18	à 10 ½ m +16 85	à 4 ¼ m. + 9,50	+16,50	à 10 ¼ s. 752,12	à 4 ¼ m. 750 24	751,72	17,2
19	à midi. +24,00	à 4 ¼ m. +12,50	+24,00	à 9 s. 753,42	à 4 ¼ m. 752,40	752,74	18,4
20	à 1 ½ s. +2[illegible],00	à 4 ¼ m. +15,00	+26,50	à 7 m. 754,32	à 9 ½ s. 750,28	753,08	20,3
21	à midi. +23,25	à 4 ¼ m. +14,50	+23,25	à 9 s. 756,94	à 4 ¼ m. 749,50	753,82	20,6
22	à midi. +21,00	à 4 ¼ m. +12,75	+21,00	à 9 m. 757,80	à 11 ½ s. 755,20	757,72	19,6
23	à 3 ¾ s. +19.85	à 4 ¼ m. +13,25	+18,50	à 4 ¼ m. 753,20	à 6 ½ s. 750,72	751,94	18,2
24	à 3 s. +20,75	à 4 ¼ m. + 9,85	+19,75	à 4 ¼ m. 752,30	à 9 s. 749.76	751,40	18,1
25	à 3 s. +19.00	à 4 ¼ m. +12,25	+16,25	à 9 s. 755,22	à 4 ¼ m. 750,10	753,16	18,3
26	a midi. +18,25	à 4 ½ m. +12,50	+18,25	à 9 s. 760 74	à 4 ½ m. 755,94	758,60	18,4
27	à 3 s. +21,25	à 4 ½ m. + 9,40	+20,50	à 9 m. 760,90	à 9 ½ s. 757,54	760,46	18,4
28	à midi. +19,75	à 4 ½ m. +12,10	+19,75	à 4 ½ m. 755,78	à 11 s. 751,76	754,04	18,3
29	à midi. +14,75	à 10 ¾ s. +10,60	+14,75	à 4 ½ m. 750,28	à 10 ¾ s. 746,40	749.02	17,3
30	à 3 s. +16,50	à 4 ½ m. +10,00	+15,00	à 3 s. 748,42	à 4 ½ m. 746,00	747,97	17,0
31	à 9 m. +13,85	à 4 ½ m. +10,25	+13,50	à 4 ½ m. 745,56	à 3 ¼ s. 741,88	742,70	16,5
Moyennes.	+19,77	+11,34	+18.66	754,79	750,55	752,02	18,3

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	760°90	le 17
Moindreélévation du mercure.........	741,88	le 31
Plus grand degré de chaleur.........	+28°00	le 20
Moindre degré de chaleur...........	+ 8,00	le 2
Nombre de jours beaux.......	5	
de couverts...........	18	
de pluie..............	26	
de vent...............	31	
de gelée..............	0	
de tonnerre...........	2	
de brouillard.........	3	
de neige..............	0	
de grêle..............	0	

NOTA. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

JUILLET 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	69	N-O.		Couvert, pluie.	*Pluie.*	Très-nuageux.
2	56	O.	P.Q. à 9h37'm.	Nuageux.	Nuageux.	Nuageux.
3	65	*Idem.*		*Pluie* abondante.	Quelques éclaircis.	Quelques éclaircis.
4	60	S-O.		Très-nuageux.	*Idem*, pl. à 9 h.	Couvert.
5	64	O.		*Pluie* abondante.	Nuageux.	Beau ciel.
6	54	S O.		Beau ciel.	*Idem.*	Petite *pluie* à 9 h.
7	71	*Idem.*		*Pluie.*	Couvert.	*Pluie* abondante.
8	62	S.		Nuageux.	Nuageux.	*Idem*, fine.
9	62	S-E.	P.L. à 0h.31's.	*Pluie.*	Très-nuageux.	*Idem.*
10	71	S-O.		Couvert.	*Id.*, petite pluie.	*Pluie*, tonnerre.
11	70	*Idem.*		*Pluie.*	Couv. par intervalles.	Couvert.
12	83	O.		Couvert.	*Pluie* par intervalles.	Nuageux.
13	59	*Idem.*		Nuageux.	Couvert.	*Id.*, pluie à 5 ½ h.
14	73	S-O.		Quelques éclairc., br.	*Idem.*	Couvert.
15	76	*Idem.*	Lune apogée.	Couvert, pluie.	*Pluie* abondante.	Nuageux.
16	87	S.		Nuageux.	*Idem.*	*Idem.*
17	83	S-O.	D.Q. à 0h.59'm.	Couvert, *pluie* à 8 h.	Couvert.	*Pluie.*
18	72	*Idem.*		Couvert.	*Pluie.*	Couvert.
19	65	S-S O.		Nuageux.	Très-nuageux.	Nuageux, éclairs.
20	55	S-E.		*Idem*, brouillard.	Nuageux.	Légers nuages à l'hor.
21	65	S. fort.		Nuag., pluie à 9 h.	*Idem.*	*Idem.*
22	61	S-O.		Couvert, pluie à 8 h.	Quelq. gouttes d'eau.	Couvert.
23	87	S.		*Pluie.*	*Pluie* par intervalles.	*Pluie* par intervalles.
24	76	S-O.	N.L. à 11h18's.	Nuageux.	*Idem.*	*Forte averse*, tonnerr.
25	81	O-S-O.		*Pluie* fine.	*Idem.*	Couvert.
26	69	O.		Couvert.	Petite *pluie.*	Nuageux.
27	62	*Idem.*	Lune périgée.	Nuageux.	Couvert.	Couvert.
28	67	O-S-O.		*Pluie* fine.	*Idem.*	*Pluie* fine.
29	86	O.		Couvert, br. hum., pl.	*Id.*, pl. depuis 8 h.	Nuageux.
30	72	*Idem.*		*Pluie* abondante.	*Pluie* par intervalles.	Quelques éclaircis.
31	95	*Idem.*	P.Q. à 2h34's.	*Pluie.*	*Pluie.*	*Pluie* par intervalles.
Moy.	70					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du

N	0
N-E	0
E	0
S-E	2
S	5
S-O	11
O	12
N.-O	1

Therm. des caves { le 1er 12°,0925 / le 16 12°,0925 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 96mm72 = 3 p. 6 lig. 7 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, et par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

DES MÉTHODES CLASSIQUES ET NATURELLES APPLIQUÉES A LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE;

PAR M. TOULOUZAN DE SAINT-MARTIN.

DEUXIÈME MÉMOIRE.

LA Géographie physique et la Géologie sont deux sciences tellement inséparables et si nécessaires l'une à l'autre, qu'elles ne pourront atteindre leur but, dont elles sont encore si éloignées, qu'autant qu'elles se prêteront leurs moyens et qu'elles confondront leurs opérations.

Pour fixer rigoureusement les limites de chaque partie du monde, et pour justifier la Méthode que je me propose d'introduire dans une science qui n'en a jamais eu, je serai donc obligé d'emprunter à la Géologie quelques-uns des faits généraux qu'elle a recueillis et vérifiés, afin de fixer nos idées, s'il est possible, sur l'état ancien de la surface terrestre, d'examiner les actions subséquentes qui lui ont donné ses nouvelles formes, et de rassembler toutes les indications, tous les documens qui peuvent m'éclairer sur les divisions que je veux établir.

Premier Fait. Les géologues distinguent en général deux sortes de terrains : le *primitif* ou *primordial* qui ne présente aucune trace de corps organisés ; le *secondaire*, avec toutes ses transitions, dans lequel les débris de ces corps sont plus ou moins abondans. Le premier sert partout au second de base et de support dans les profondeurs de la terre, et le perce ordinairement aux plus hautes sommités du globe. On varie d'opinions sur le genre de formation du terrain primitif, mais on demeure d'accord que le terrain secondaire est une précipitation de matières tenues en dissolution, ou seulement délayées dans les eaux et déposées par elles en strates ou couches horizontales.

Les

Les conséquences naturelles de ce fait sont :

A Que la formation primordiale est différente de la formation secondaire ;

B Que cette différence consiste principalement dans la présence des fossiles et la stratification ; caractères propres au terrain secondaire, et étrangers au terrain primordial, ou tout au moins accidentels dans sa formation ;

C Que ces caractères étant les seuls par lesquels nous puissions affirmer avec certitude que le terrain qui les possède est d'une formation aqueuse, il y a une très-grande probabilité que la formation n'est pas aqueuse dans le terrain qui ne les possède pas ;

D Que le terrain secondaire est postérieur au primordial, puisqu'il lui est superposé, et que le terrain primordial est pour nous le plus ancien de tous, puisque nous n'en connoissons point d'autres au-dessous ;

E Que le terrain primordial a par conséquent existé seul pendant une certaine époque, et qu'alors il formoit à l'extérieur du globe une surface très-inégale, mais sans solution de continuité à sa base ;

F Que durant cette époque, le terrain primordial n'étoit pas baigné par les eaux de la mer, puisque nous ne trouvons point sur la croûte extérieure de ce terrain des vestiges de corps organisés, ni rien qui indique la présence et la station des eaux ;

G Que par conséquent la mer n'existoit pas à cette époque, et que sa formation, ainsi que celle des terrains qu'elle a déposés, datent d'une époque plus récente.

Il faut prévenir les objections qu'on pourroit faire contre ce premier fait et ses conséquences.

On pourroit nier la conséquence *B*, en disant qu'on a trouvé du graphite ou plombagine et même de l'anthracite dans le terrain primordial, et, suivant quelques-uns, ces matières carbonées ayant une origine végétale, il s'ensuivroit que ce sont des fossiles. D'un autre côté, on a observé et vérifié que plusieurs grandes masses de roches primordiales sont disposées par couches ou strates ; ainsi on pourroit dire que les deux caractères essentiels par lesquels on distingue le terrain secondaire du primordial, conviennent également à tous les deux.

Il n'est pas prouvé que le graphite et l'anthracite aient une

origine végétale. M. Delamétherie et d'autres géologues les regardent, ainsi que le soufre, le diamant et le phosphore, comme des combustibles minéraux. En admettant cette origine, il en résulteroit seulement qu'à l'époque où le terrain primordial recouvroit seul le globe, il y a eu une tendance vers l'existence organique et un commencement de végétation, et que, par des causes que nous ignorons, les premiers végétaux ayant été détruits, leurs débris ont formé ces amas de matières carbonées qu'on trouve plutôt calcinées que dissoutes, non pas proprement dans le terrain primordial, mais dans les limites de ce terrain et de celui de transition; limites qui n'ont pas encore été assez bien déterminées pour qu'on puisse affirmer que ces prétendus fossiles sont en deçà ou en delà.

La stratification des roches primordiales n'a été bien constatée que dans le *protogine* ou granit talqueux. Elle doit donc être atribuée à la présence du talc qui a effectivement une disposition fissile; et lors même que cette stratification se retrouveroit dans d'autres roches primordiales, on ne seroit pas fondé à dire que tout le terrain ancien a été formé par dépôt, mais seulement que certaines roches par la nature de leur composition et une agrégation particulière de leurs élémens, ont contracté une texture stratiforme : tels sont, par exemple, les gneis et les schistes; mais c'est moins une stratification qu'ils présentent qu'une disposition fissile, et les strates au lieu d'être horizontaux sont dans une situation verticale, ou plus ou moins inclinée, manière d'être qui tient tellement à la nature de la roche, qu'elle se retrouve même dans les schistes de nouvelle formation.

On objectera contre la conséquence *C*, qu'une formation peut être aqueuse quoiqu'elle ne présente ni fossiles, ni stratification; et on ajoutera que la plupart des cristaux qui entrent dans les roches primordiales, contenant de l'eau de cristallisation, il paroît difficile de révoquer en doute que l'eau n'en ait été le dissolvant.

C'est une grande question que celle de la formation du granit et des roches primordiales. Je ne crois pas que la science soit assez avancée pour la résoudre. Je me bornerai à dire que l'eau peut avoir été un des agens de la cristallisation primordiale, mais non le seul agent; que rien ne prouve que la masse entière du terrain primordial ait été dissoute dans les eaux; que les formations ignées peuvent présenter, à s'y méprendre complètement, les mêmes caractères que les formations aqueuses, comme on le

voit par l'éternelle dispute des vulcaniens et des neptuniens sur les matières trappéennes ou basaltiques qui restent encore indistingibles; que l'eau étant un produit de la combustion, il est tout simple qu'elle entre dans une formation ignée; que le calorique étant un agent plus simple, plus universel, beaucoup plus puissant, a dû opérer des formations antérieures à celles de l'eau qui, en sa qualité d'oxide, n'a pu être elle-même qu'un des produits de ces formations du calorique.

Les matières du terrain primordial diffèrent essentiellement, par leurs caractères géologiques, de celles du terrain secondaire, et cette différence se laisse même apercevoir dans les roches de même nature qui se trouvent à-la-fois dans les deux terrains. Cette dissemblance prouve donc que le premier n'a pas la même origine que le second, et par conséquent nous pouvons affirmer que sa formation n'est pas aqueuse.

Une autre preuve qui conduit au même résultat négatif, se tire de l'absence des sels, des fossiles, de toutes matières enfin qui annoncent le travail des eaux de la mer : car les produits acidifères qu'on trouve dans le terrain primordial, s'ils sont de formation aqueuse, ne peuvent être attribués qu'à des eaux douces, et les fossiles carboneux qu'on prétend y avoir trouvés, n'ont rien qui annonce un dépôt océanique. La mer n'a donc pas formé le terrain primordial; et d'ailleurs jusqu'ici on n'a pas donné de raisons satisfaisantes de l'énorme diminution d'une mer qui auroit tenu en dissolution toutes les matières du globe. J'ose même dire qu'aucune des causes physiques qui sont à notre connoissance ne peut expliquer cette diminution.

Après avoir ainsi réfuté l'opinion des neptuniens, je vais rapporter quelques faits qui, en nous mettant sur la voie des formations secondaires, nous feront voir que l'eau ne doit pas en être le seul agent.

En général on peut remarquer dans le terrain primordial deux sortes de roches : les unes, qu'on peut appeler *feld-spathiques*, parce que le feld-spath en fait la base, et dans lesquelles rentrent tous les granits et granitoïdes, les gneis, les schistes, les porphyres, les trapps, les serpentines, en un mot toutes les roches primordiales qui ne sont point acidifères; les autres, qu'on peut appeler *calcaires*, parce que la chaux carbonatée en fait la base, comprennent toutes les roches primordiales acidifères.

Les roches feld-spathiques constituent la masse du terrain pri-

mordial; elles sont certainement les plus anciennes puisque ce ne sont que des agrégats de différens oxides produits par l'effet immédiat de la combustion du noyau combustible et oxidable (1). Elles se décomposent facilement à l'air à cause de la potasse qui entre dans le feld-spath et dont l'efflorescence détruit l'agrégation des roches. Cette décomposition conduite à sa fin, donne principalement des sables et des argiles. Or le terrain dit de *transition*, qui suit immédiatement le terrain primordial, n'offre que des sables plus ou moins grossiers, agglutinés par un ciment argileux, d'où résultent les grès et les grauwackes communs; des débris schistoïdes qui de la grauwacke schisteuse passent à l'ardoise; des fragmens de roches plus ou moins arrondis par le frottement et empâtés dans ce même ciment argileux, ce qui forme les poudings, les toadstone, les mandelstein, les trapps globuleux, etc., etc.

D'après cet état de choses bien constaté, si l'on fait attention que l'atmosphère a dû être primitivement plus étendue, plus douée d'action dissolvante, plus chargée de vapeurs par suite de la combustion qui venoit de s'opérer et dont l'eau avoit été un des produits; que les montagnes avoient une élévation beaucoup plus considérable que de nos jours; enfin, que la surface du globe étant à sec, le fluide ambiant l'attaquoit sur tous les points, on verra que la plus ancienne décomposition du terrain primordial a été opérée, non par l'eau, mais par l'air, puisqu'elle s'est principalement exercée sur les roches feld-spathiques, et que cette décomposition a causé des éboulemens et des écroulemens successifs, qui ont considérablement diminué la masse des montagnes. Alors on concevra que ces immenses débris ont dû remplir les creux les plus profonds, s'entasser sur les flancs des montagnes dans la situation plus ou moins inclinée qui résulte d'un éboulement, et parfois même affecter la situation verticale lorsqu'une grande masse écroulée se sera redressée par les accidens de sa chute. Telles sont en effet les circonstances de gisement à l'égard des grès rouges et des grauwackes de la Thuringe, des ardoises d'Angers, des poudings de Valorsine, enfin de toutes les formations de transition. Saussure (§ 594) a observé dans toutes les montagnes, que les bancs de grès et de poudings séparent toujours les masses primitives des masses secondaires, et la même observation a été faite par l'Ecole Wernérienne à l'égard des grès et des grauwackes. (Brochant, tome II, pag. 588 et suiv.)

---

(1) *Voyez* la note 1 à la fin de cette partie.

On peut donc assurer que le terrain de transition est une formation *aérifère* et non aqueuse, provenant de la plus ancienne décomposition du terrain primordial dont la formation est ignée; décomposition qui a été faite aux dépens surtout des roches feld-spathiques à cause de l'altérabilité de ces roches à l'air.

Les roches calcaires sont beaucoup plus rares que les feld-spathiques dans le terrain primordial; elles sont ordinairement à la superficie de ce terrain, tantôt à la base ou sur les flancs des montagnes, comme les marbres de Paros, de Carrare, des environs du lac de Côme et du lac Majeur; tantôt encastrées dans les granits ou recouvrant les sommets, comme les marbres gris et fétides des Pyrénées, des Alpes, du Caucase, et la chaux carbonatée magnésifère ou dolomie des montagnes du Tyrol. Cette superposition prouve que les roches calcaires sont d'une date postérieure aux roches feld-spathiques; ce qui doit être, puisque les combinaisons acidifères n'ont pu s'effectuer qu'après les agrégations d'oxides. Il est bon de remarquer que les roches calcaires primitives ne se trouvent que dans les montagnes des contrées tempérées, et dans les régions centrales; elles manquent absolument dans les montagnes australes et boréales ainsi que sur les rivages océaniques. Cette remarque est essentielle, en ce qu'elle peut donner une raison probable de l'énorme quantité des roches calcaires de nos terrains de dépôt, qui pourroient être formés en grande partie des calcaires primitifs enlevés aux régions australes, comme je le dirai plus bas. Néanmoins il faut avouer que cette énorme quantité ne peut être représentée par le peu de roches calcaires qui se trouve dans le terrain primordial. Mais d'un côté, il faut faire attention que la chaux entre comme élément dans toutes les roches feld-spathiques, et de l'autre, que l'organisation animale a la faculté de transmuter les produits minéraux les uns dans les autres. Cette faculté appartient principalement aux polypes et aux mollusques; de sorte qu'il ne seroit pas hors de vraisemblance que la quantité supplémentaire, qui ne pourroit pas être représentée par celle du terrain primordial, fût le produit de ce travail de l'animalisation.

Quoi qu'il en soit, les premiers terrains calcaires ont dû être formés aux dépens de la chaux des roches primordiales, et cela par l'action de l'eau qui en est le dissolvant. Suivant l'observation de Dolomieu, les marbres ne sont pas du tout altérables à l'air; mais nous savons qu'ils n'offrent pas la même résistance à l'eau. M. Menard de la Groye a remarqué dans les montagnes

calcaires de la Sainte-Baume, que les sommets, qui sont ordinairement arrondis, présentent des crénelures disposées en rayons divergens, et s'élargissant à mesure qu'elles s'éloignent du centre; de manière qu'au bas de la montagne ces crénelures deviennent de véritables ravins. C'est un effet produit par les eaux pluviales, et j'ai souvent occasion de l'observer dans toutes les montagnes calcaires de la Provence.

Nous pouvons donc dater les commencemens de l'action des eaux, de cette époque qui a suivi immédiatement l'éboulement occasionné par l'action de l'atmosphère. Depuis cette époque la masse liquide augmentant de jour en jour, et s'appropriant l'action de la masse aériforme, a attaqué les roches calcaires, les a dissoutes pour les déposer ensuite en couches plus ou moins puissantes, plus ou moins compactes, comme on les voit dans tous les terrains postérieurs à celui de transition; terrains qu'elles composent presqu'en entier, et dans lesquels les autres matières ne doivent être considérées que comme des couches subordonnées.

Dans les terrains de transition, les seuls fossiles qu'on trouve sont de l'anthracite, des empreintes de végétaux et de poissons, des trilobites que M. Brongniart, dans un Mémoire intéressant lu dernièrement à l'Académie des Sciences, a reconnus pour être des crustacés, des restes de reptiles qui vivoient dans les rivières, et quelques autres débris qu'on ne sait où classer. Ces fossiles sont fort rares, tous d'espèces inconnues, et l'on a de fortes raisons de croire, comme je le dirai ailleurs, que ces espèces animales vivoient dans les eaux douces.

Dans les terrains qui suivent celui de transition, les fossiles deviennent plus nombreux et leurs analogues plus communs à mesure que les formations sont plus récentes.

Ces différentes indications combinées avec le fait suivant; peuvent nous mettre sur la voie des grands changemens opérés à la surface du globe.

Deuxième Fait. Toutes les hauteurs de la terre supportent entre les sommets qui les couronnent des plaines plus ou moins étendues; cette disposition se retrouve à toutes les hauteurs. Les intervalles d'une montagne à l'autre ne sont que des bassins originairement creux, puisque le terrain qui les remplit et en étend la surface est plus récent que le terrain primordial. Ces bassins sont séparés les uns des autres par des chaussées que forment les rameaux dispersés des montagnes principales.

Les conséquences de ce fait sont précisément les mêmes que celles qui ont servi de base au système de Lamanon, qu'on n'a pas assez apprécié, parce que son auteur n'a pas assez vécu pour le mûrir et le développer.

A. Il est évident que lorsque le terrain primordial existoit seul, la surface terrestre devoit présenter plus d'aspérités et d'escarpemens; les montagnes étoient beaucoup plus élevées, puisque leurs bases n'ont été recouvertes que des débris de leurs sommets; ces bases formoient des creux et des bassins partout où elles se rencontroient et à différentes hauteurs.

B. Les pics de ces hautes montagnes primordiales auront, par leur force attractive et électrique, soutiré de l'air les élémens de l'eau pour les combiner par le frottement et les combiner par la combustion.

C. L'eau qui se formoit et couloit se sera amassée d'abord dans les creux supérieurs, tels que le grand désert de Cobi entre la chaîne altaïque et les montagnes du Thibet, la plaine de Quito dans les Cordilières, les glaciers des Alpes....., et y aura entraîné les matières calcaires dont elle se chargeoit en passant.

D. La présence de cette eau aura fait éclore les germes des végétaux et des animaux soit dans les bassins, soit sur leurs bords.

E. Les éboulemens que provoquoit l'action de l'atmosphère sur les roches feld-spathiques, auront élargi la base des montagnes; quelques-uns des premiers lacs auront été entraînés avec les espèces qu'ils nourrissoient, et auront déposé ces fossiles anciens qu'on trouve dans le terrain de transition produit par ces éboulemens.

F. D'autres lacs se seront formés par la succession des mêmes effets sur ce terrain éboulé et à toutes les hauteurs.

G. Les espèces organiques auront multiplié dans la même progression que l'eau augmentoit.

H. Les lacs supérieurs grossis par les eaux courantes, auront successivement brisé leurs digues pour se rendre dans les bassins inférieurs.

I. L'effet général de toutes ces débacles successives aura été que les eaux auront laissé dans le lit de leurs bassins, ou déposé sur leur passage, ce que nous appelons les *formations d'eau douce,* dont les plus anciennes, comme celles des schistes marno-bitumineux de la Thuringe et du Mansfeld, sont antérieures aux

formations marines, et dont on reconnoît l'importance depuis les travaux de MM. Cuvier et Brongniart sur les terrains d'eau douce des environs de Paris.

K. Toutes ces eaux, occupant un plus grand espace à mesure qu'elles descendoient plus bas, se seront amassées dans les creux où les grandes pentes se rencontrent et auront formé des méditerranées.

L. Ces méditerranées faisant aussi effort contre les parois de leurs bassins, auront surmonté les obstacles et se seront réunies en une seule mer ou océan.

M. Enfin cet océan, obéissant aux forces attractives qui agissent sur le globe et s'agitant pour se mettre en équilibre, aura à plusieurs reprises inondé les plaines jusqu'à une certaine hauteur, et fini de combler les creux en y déposant les matières principalement calcaires qu'il tenoit en dissolution et qui constituent les terrains océaniques improprement appelés *secondaires* (1).

Comme mon intention n'est pas de donner une théorie de la terre, je m'arrête à des documens essentiels qui reposent sur des faits incontestables et parfaitement liés dans leurs conséquences. On trouvera peut-être que je me suis trop étendu sur la Géologie; mais des savans estimables, amis de la vérité, qui m'honorent de leurs bontés et de leurs salutaires avis, m'ont fait des objections auxquelles j'ai dû répondre. D'ailleurs la Géologie, comme je l'ai dit, est la compagne de la Géographie physique. Celle-ci se flatteroit envain d'obtenir du succès sans le secours de celle-là; et toutes deux ont tellement été négligées, que tous les faits qu'elles ont recueillis ont besoin d'être soumis à l'analyse rigoureuse du raisonnement afin de les ramener à leur véritable acception.

Les documens que j'ai obtenus suffiront, comme on le verra, pour concevoir la séparation des terres par les eaux, et pour établir d'une manière naturelle, non-seulement les limites des six parties du monde, mais encore celles de toutes les régions de ces mêmes parties, selon que nous étudierons le globe dans l'ensemble ou dans les détails.

Je ne m'attacherai dans ce Mémoire qu'aux grandes divisions. Cherchons d'abord les pentes générales et absolues des terres.

---

(1) *Voyez* la note 1 à la fin de cette partie.

Quatre

Quatre chaînes de montagnes que j'appelle *longitudinales*, courent dans le sens des méridiens avec plus ou moins d'inclinaison.

1°. Les *Cordilières* divisées par l'isthme de Panama en deux chaînes posées bout à bout. — La chaîne du sud a sa plus grande hauteur dans la région tropicale du Capricorne. Vers le sud, elle est parallèle aux méridiens, et après s'être maintenue toujours à une hauteur considérable, elle finit par un escarpement brusque qui doit faire présumer que dans l'origine elle se prolongeoit fort avant pour se perdre dans l'immense plaine du pôle austral. Vers le nord, elle s'abaisse par une pente rapide, mais régulière, jusqu'à l'isthme en s'inclinant vers le nord-ouest. — La chaîne du nord a sa plus grande hauteur dans la région tropicale du Cancer. Elle s'abaisse et s'incline vers le nord-ouest jusqu'au détroit de Béring.

2°. La chaîne que j'appelle des *Anti-Cordilières*, parce qu'elle est la répétition de la précédente. Elle est aussi divisée par le détroit de Sincapura en deux chaînes qui ont leur plus grande hauteur dans les régions tropicales, savoir, celle du sud à la Nouvelle-Hollande, et celle du nord dans le Thibet. Tout ce que j'ai dit des Cordilières s'applique également aux Anti-Cordilières, sauf quelques circonstances qui ne font rien à notre objet. Les déchirures de cette chaîne, qui de la Nouvelle-Hollande se continue jusqu'au détroit de Béring, sont postérieures à l'époque où nous nous plaçons.

3°. La chaîne de l'*Alléghany* ou des Apalaches sur la côte orientale du Nouveau-Continent. Elle est d'une hauteur médiocre, mais d'une nature primordiale, et se fléchit plusieurs fois dans sa longueur. De l'extrémité septentrionale du Labrador elle arrive à la Floride, se joint par les Antilles aux montagnes de la Guiane, borde la côte du Brésil et laisse encore des traces de son ancien prolongement vers le sud.

4°. La chaîne de l'*Anti-Alléghany*, vis-à-vis la précédente sur la côte occidentale de l'Ancien-Continent. Elle atteint sur quelques points une plus grande hauteur que l'Alléghany, mais elle offre plus d'interruptions, et en deçà de l'équateur elle se courbe vers l'ouest pour se recourber ensuite vers l'est. Elle longe l'Afrique dans le milieu, probablement jusque sous la ligne; elle suit la côte de Sénégambie, s'affaisse pour reparoître au mont Atlas, se continue avec les mêmes affaissemens par les montagnes

d'Espagne, de la France, de l'Archipel Britannique et de la Scandinavie jusqu'au cap Nord où elle se termine.

Lorsque le globe étoit à sec, il devoit y avoir des vallées profondes sur la ligne où les pentes se rencontrent, et cette ligne peut se concevoir à une distance proportionnelle à la hauteur des sommets. Quand les eaux ont coulé elles ont dû se rendre plus tôt ou plus tard dans ces vallées, et commencer ainsi la division *longitudinale* des terres.

Voyons maintenant comment a dû s'opérer la division *transversale.*

Dans le Nouveau-Continent, vers le nord, un terrain plat, mais exhaussé, s'étend entre le Green-Mountains à l'est et les Stony-Mountains à l'ouest ; montagnes qui sont les extrémités septentrionales de l'Alléghany et des Cordilières. Ce terrain ou plateau, sur lequel posent les lacs nombreux du Canada et du Chipiouyans, verse toutes les eaux au nord et au nord-est. — De sa crête méridionale il sort trois grands fleuves, l'Ohio, le Mississipi et le Missouri, qui coulent du nord au sud dans une des vallées longitudinales dont j'ai parlé. Le Mississipi grossi des eaux des deux autres fleuves et de toutes les rivières de la vallée, les dégorge dans le golfe du Mexique qui fut originairement un lac comme tous les autres creux. — Dans la partie du sud, un plateau semblable à celui du Canada, mais beaucoup plus exhaussé, s'étend entre les Cordilières de Quito et les montagnes de la Guiane. Ce plateau qui divise les affluens de l'Amazone de ceux de l'Orénoque, a une pente très rapide vers le nord, et dirige les courans d'eau vers le même creux où se jette le Mississipi, à l'exception de l'Orénoque qui se rend dans la vallée de l'Atlantique. — Ce même plateau se prolonge en se rétrécissant jusque dans le Paraguay où il s'élargit de nouveau entre les andes du Tucuman et les montagnes du Brésil. Par cette disposition du terrain, les eaux de l'Amazone et des rivières du Brésil sont dirigées vers l'Atlantique, tandis que celles de Rio-de-la Plata et du Paraguay sont forcées de couler vers le sud.

Dans l'Ancien-Continent on remarque une disposition à peu près semblable. Vers le nord, la grande chaîne de l'Altaï court de l'est à l'ouest depuis la côte orientale d'Asie jusqu'aux monts Ourals, et verse toutes les eaux au nord et au nord-est. A l'occident de l'Oural, le plateau de la Russie, couvert de lacs comme celui du Canada, penche vers le nord et le nord-ouest. — De la crête méridionale de ce plateau il sort des fleuves grands

et nombreux qui coulent vers le sud et arrivent dans le creux occupé maintenant par la mer Caspienne et la Méditerranée, conjointement avec d'autres fleuves qui ont leur source dans le versant méridional des Alpes et des chaînes voisines. — Dans la partie du sud, une chaîne transversale formée par l'Atlas, les monts Abyssins et le Taurus, aboutit aussi par sa pente septentrionale au creux de la Méditerranée. — Cette chaîne se continue vers l'est par l'Imaüs et les monts du Thibet jusqu'aux rivages orientaux de l'Asie. Au nord, elle soutient le vaste plateau de Cobi qui s'appuie à l'Altaï; mais au sud elle a une grande pente qui aboutit au grand creux de la mer des Indes.

D'après ces dispositions générales, qui seront mieux développées dans la suite, la surface terrestre a dû être divisée par le travail des eaux courantes, en six parties; et nous allons voir que cette division résultoit nécessairement de deux sections longitudinales et de quatre sections transversales ordonnées par la direction des montagnes et les pentes du terrain.

1°. La chaîne des Cordilières et celle de l'Alléghany s'adossant l'une à l'autre et se joignant sur divers points par des plateaux ou des chaînes transversales, n'ont pas offert dans leur écartement une vallée continue; de sorte que les eaux n'ont pu s'amasser dans cette vallée et en occuper toute la longueur. Mais cet amas s'est formé sans obstacle à la pente occidentale de la première et à la pente orientale de la seconde; ce qui a isolé le Nouveau-Continent.

2°. Les mêmes rapports existant entre les Anti-Cordilières et l'Anti-Alléghany, ces deux chaînes n'ont constitué qu'une seule masse qui est l'Ancien-Continent.

3°. La rencontre des pentes du nord et du sud dans le creux de la mer des Antilles, a dû y accumuler les eaux et séparer en deux parties le Nouveau-Continent.

4°. Cette même rencontre des pentes dans le creux de la Méditerranée a opéré aussi la division transversale de l'Ancien-Continent.

5°. Au nord l'exhaussement continu du terrain dans toute la ligne circonpolaire, a nécessairement détaché de nos continens les terres arctiques dont, pour cette raison, je fais une division à part.

6°. Enfin au sud les grandes pentes de l'Asie méridionale qui se combinent avec celles de l'Afrique orientale, ont fait des terres situées au sud-est une division particulière.

Ces différentes séparations ordonnées par la disposition du terrain primordial ou ignifère, et par la rencontre des pentes, n'ont été qu'ébauchées par les eaux courantes. Les lacs où elles se rendoient durent former pendant quelque temps une ceinture autour des terres sans communiquer les uns avec les autres. C'est durant cette époque où les lacs inférieurs n'avoient point d'écoulement, que leurs eaux devinrent salées par le lessivage des terres qui accumuloit les sels dans les bassins. La débacle successive de ces lacs les ayant joints de proche en proche, l'Océan se forma de leur réunion. Cet Océan, livré à ses propres forces et tendant à prendre son niveau, dut se porter des régions équatoriales, où sont les plus grandes hauteurs et par conséquent les plus grandes eaux, vers les régions polaires où le terrain se prolonge en pente douce. La masse des terres qui, comme je le ferai voir, couronne le pôle boréal, mit obstacle à l'épanchement des eaux dans cette région, tandis que ces mêmes eaux ne trouvant qu'une immense plaine dans le pôle austral, l'envahirent en entier. Mais bientôt le plus fort aplatissement de ce pôle, et peut-être d'autres causes liées aux phénomènes célestes, poussèrent à différentes reprises l'Océan austral vers le nord, jusqu'à ce qu'enfin par ses ravages et ses envahissemens il eut acquis assez d'étendue pour se soutenir partout au même niveau. Dans ces irruptions successives, sur lesquelles j'aurai occasion de revenir plus particulièrement, l'Océan austral, heurtant de front les extrémités des chaînes longitudinales, les aiguisa en pointes vers le sud, emporta toutes les terres basses qui s'étendoient latéralement, enleva et fondit toutes les masses calcaires des montagnes australes, et alla déposer toutes ces matières, par le reflux que lui firent éprouver les terres arctiques, dans le nord de nos continens où il combla tous les creux et exhaussa le sol par de puissantes formations.

En combinant ces différentes données, déduites d'une multitude de faits qui ne sauroient ici trouver leur place, lesquelles expliquent les effets qui ont donné aux parties du monde les caractères génériques que je leur ai assignés dans mon premier Mémoire, on demeure convaincu que les six parties du monde sont les sections d'une seule et même surface terrestre, opérées par l'accumulation des eaux courantes dans les creux où les pentes générales et absolues se rencontroient, et que les îles sont des fragmens de ces sections détachées à une époque postérieure par l'Océan, dont les irruptions successives ont découpé les terres et leur ont donné la dernière configuration.

Or les limites des six parties du monde devront être fixées aux creux où les pentes se joignent. Le vaste Océan sera donc restreint aux espaces seuls où il n'existe aucune terre et où doivent être ses plus grandes profondeurs. Réduit ainsi à ses plus anciennes limites, à celles qui devoient exister avant qu'il eût commencé ses ravages, nous nous le représenterons comme un fleuve qui, dans ses nombreuses sinuosités, circule à travers les terres dans des vallées creusées de toute antiquité à la base des montagnes pour recevoir toutes les eaux et les verser par plusieurs embouchures dans l'immense bassin austral.

Si nous examinons avec attention la direction des montagnes et les pentes générales du sol; si nous rattachons à chaque partie du monde les îles que des signes évidens nous diront leur avoir appartenu; enfin si nous nous aidons des faits géologiques pour reconnoître l'analogie ou la différence des terrains, il nous sera possible de tracer le lit de ce fleuve Océan, malgré l'agrandissement considérable qu'il a acquis. Ce lit, nous le retrouverons assez exactement en tirant des lignes droites entre tous les points saillans des terres, îles ou écueils qui sont les restes subsistans des anciens rivages. Les parties de mer situées hors de ce lit ou en dedans de ces lignes, seront censées appartenir au continent qu'elles baignent et dont elles sont en effet les anciennes plaines submergées. Ainsi toutes les parties de la surface terrestre, même les plus petites, seront rattachées, d'après une méthode sûre et naturelle, aux six grandes divisions de cette surface.

NOTE I.

La distinction fondamentale de l'ancienne Géologie en terrain primitif et secondaire, ne peut plus coïncider avec l'état actuel de la science. En la laissant subsister elle répand du vague dans les définitions et s'oppose à l'exactitude des méthodes classiques.

C'est une vérité que reconnoissent même ceux qui par habitude suivent encore ces anciens erremens.

Les observations récentes prouvent que les caractères tirés des fossiles et de la stratification, ne sont ni assez tranchés, ni assez constans pour servir de base à une classification. Ce sont des caractères du second et peut-être du troisième ordre.

Toute bonne méthode doit aller du simple au composé, parce que telle est la marche de la nature.

L'analyse chimique a remonté jusqu'ici à trois classes de corps simples, que nous devons regarder comme les élémens de tous les composés.

Ces trois classes sont les fluides impondérables, l'oxigène et les corps combustibles, soit métaux, soit métalloïdes. On peut désigner ces trois sortes d'élémens ou d'indécomposés sous les noms de *comburans*, de *véhicule* et de *combustibles.*

En effet tous les phénomènes qui donnent lieu à la combinaison de ces élémens et à la série de leurs composés, peuvent se réduire à un seul, celui de la combustion; car les premiers ne peuvent que *brûler*, le second que *faire brûler*, les troisièmes qu'*être brûlés.* (Voyez *Essai sur l'Hist. de la Nat.*, tome I, pag. 42 et suiv.)

Il résulte de là que les premiers effets qui se sont passés sur le globe, rentrent nécessairement dans les phénomènes de la combustion.

En partant du principe que la nature marche du simple au composé, la terre ne doit avoir offert dans les commencemens que les trois sortes de corps simples.

D'après les lois de la pesanteur, les bases combustibles devoient former le noyau, l'oxigène la première enveloppe, et les agens ou fluides comburans la seconde enveloppe ou l'atmosphère extérieure.

Le véhicule, placé entre les bases et les agens, aura nécessairement provoqué la combustion; le noyau se sera oxidé plus ou moins profondément; cette croûte oxidée se sera boursoufflée, et par son soulèvement inégal elle aura opéré la formation du terrain primitif.

C'est précisément le résultat qu'on obtient en exposant un boulet de fer à l'action de l'atmosphère. La surface oxidée se boursoufle et forme des rugosités sensibles. Nos montagnes les plus hautes ne sont que des rugosités relativement à la masse entière du globe.

Tous les matériaux de ces montagnes ne sont que des oxides mélangés et agrégés conjointement avec les composés qui en dérivent. Ce fait, qu'on soupçonnoit par analogie, a été constaté par la Chimie moderne qui a acquis la certitude que les terres, et par conséquent leurs composés ou agrégats, ne sont que des oxides.

Du reste, sans entrer dans de plus grands détails, on connoît

quelle innombrable variété d'espèces composées a dû résulter de tant de bases simples différentes, attaquées par des agens divers, avec des circonstances que l'inégale coopération du véhicule a variées à l'infini. Cette variété a été augmentée surtout par les deux causes suivantes : 1° des composés qui se formoient, les uns avoient action sur les autres, et devenant agens après avoir été bases, ils produisoient des sur-composés multiples. 2°. Parmi les bases oxidables, celles qui sont les moins pesantes, les moins métalliques, les plus sujettes à s'altérer parce qu'elles ont plus d'affinité avec l'oxigène, ont dû être rassemblées à l'extérieur puisqu'elles pèsent moins, et par conséquent subir plus de transformations successives. Telles sont principalement les bases des terres et des alcalis qui à elles seules constituent presque toute la masse du terrain primordial.

Ce terrain étant ainsi formé par le soulèvement obligé de la croûte oxidée, s'est trouvé seul exposé à l'action de l'atmosphère, composée alors comme elle est aujourd'hui, mais plus surchargée des composés gazeux auxquels avoit donné lieu l'oxidation.

Cette action atmosphérique a dû s'exercer principalement, comme nous l'avons dit dans le texte, sur les roches feld-spathiques; ce qui a occasionné des éboulemens considérables d'où est provenu le terrain dit de *transition*.

Ce terrain, que Werner a le premier distingué, et que Saussure avoit très-bien observé, sépare réellement les masses primitives des masses secondaires; et si on écarte le caractère tiré des fossiles, qui n'est que de second ordre, on trouvera à ce terrain des caractères propres qui empêchent de le confondre avec les deux autres.

En suivant la progression des effets, on verra que l'eau a dû être un des produits de cette première combustion ou oxidation qui a donné naissance au terrain primordial, puisque l'eau n'est qu'un oxide d'hydrogène.

L'hydrogène qui, suivant la doctrine de Berzelius, n'est lui-même qu'un oxide d'ammonium, n'a dû exister dans l'atmosphère qu'après le soulèvement du terrain primordial, puisque l'ammonium, comme toutes les autres bases combustibles, faisoit partie du noyau oxidable, et que l'atmosphère ne se composoit alors que des seuls fluides comburans.

Alors on concevra que lors de sa première production l'eau a dû seulement entrer, comme tous les autres oxides, dans la

composition du terrain primordial où, en sa qualité d'agent d'un ordre inférieur, elle a pu coopérer au phénomène particulier de la cristallisation, mais dans des proportions subordonnées aux différentes causes agissantes.

Postérieurement, lorsque l'atmosphère travailloit à la formation du terrain de transition, l'eau dut se produire avec abondance par la combustion de l'hydrogène atmosphérique et par sa combinaison avec l'oxigène. Je dis avec abondance, parce que l'ammonium, base de l'hydrogène, étant une des bases les plus altérables et dont l'affinité est très-grande pour l'oxigène, a dû être complètement divisé et dissous dans le calorique qui, l'ayant ainsi transformé en gaz, l'a attiré tout entier dans l'atmosphère, où il devoit être surabondant avant d'entrer dans la composition de l'eau et des autres corps où il est combiné.

Cette eau aura ensuite, par son abondance et l'action dont elle est douée, opéré les derniers changemens du globe en posant sur le terrain de transition les terrains dits *secondaires*, après surtout qu'elle aura été réunie par sa liquidité en cette grande masse que nous appelons l'*Océan*.

D'après ces considérations, il me semble que la Géologie peut se donner dès à présent pour une méthode naturelle et rigoureusement classique, déduite des faits constans et bien avérés, qui admettra trois classes de terrains rapportés pour leur formation, aux trois grands agens de la nature : le *calorique*, l'*air* et l'*eau* rangés ici dans l'ordre du simple au composé.

1°. *Le terrain ignifère ou oxidé*, dans lequel entrent tous les oxides connus et les combinaisons subséquentes de ces oxides; le tout différemment agrégé et affectant en général la situation verticale qui résulte d'un soulèvement.

2°. *Le terrain aérifère ou éboulé*, dans lequel entrent principalement les roches feld-spathiques du terrain ignifère; le tout en débris plus ou moins volumineux, toujours agglutinés par un ciment argileux et affectant en général la situation plus ou moins inclinée qui résulte d'un éboulement.

3°. *Le terrain aquifère ou déposé*, dans lequel entrent principalement les roches calcaires des deux terrains précédens; le tout en masses plus ou moins compactes et mélangées, séparées ordinairement par des lits de sable et affectant en général la situation horizontale ou stratiforme qui résulte d'un dépôt précipité.

Je me suis convaincu que chacun de ces terrains possède des

caractères

caractères constans, parfaitement distincts et propres à les faire nettement reconnoître. Si ces idées, que j'ai émises peut-être un peu à la hâte, sont jugées avoir quelque fondement, je pourrai, au retour d'un voyage géologique que je vais entreprendre, les développer et les appliquer aux terrains observés. On verra que les caractères du second ordre, comme, par exemple, celui tiré des fossiles, suivent la progression que j'ai établie, et ne contribuent pas peu à éclairer des questions jusqu'ici indécises. On verra que les anomalies de tous ces caractères peuvent être rapportées à des faits connus dérivant des causes générales des trois formations.

Les terrains d'alluvion et les terrains volcaniques doivent être considérés comme des appartenances des trois ordres de terrains dont je viens de parler. En effet on trouve des formations d'alluvion et de volcans dans toutes les autres formations; elles les recouvrent, elles en sont recouvertes, elles s'y mêlent au point de ne pouvoir les en distraire. C'est aussi l'avis de M. Menard de la Groye, à qui on peut s'en rapporter sur une matière dont il a fait l'objet constant de ses travaux et de ses observations.

Pas de doute que le terrain d'alluvion ne soit du même genre que ceux d'éboulement et de transport; mais nous ignorons les causes de formation du terrain volcanique. Les expériences délicates de M. Cordier ont jeté du jour sur la nature des laves; les observations de M. Menard sont autant de points fixes auxquels on peut rattacher les nouvelles observations; le rapprochement des faits peut préparer une théorie. Peut être la cause des phénomènes volcaniques aura-t-elle été soupçonnée par M. Delamétherie qui rapporte ces phénomènes à ceux de la pile : l'idée du moins est heureuse; elle deviendra féconde entre les mains d'un savant dont l'âge et les infirmités physiques ne font qu'accroître la vigueur morale. Mais dans l'état actuel de la science, j'ai dû m'abstenir d'aborder une question qui ne peut me fournir des documens pour l'objet que j'ai en vue dans ce Mémoire.

PREMIÈRE PARTIE DU MONDE.

L'Amérique (1).

L'Amérique se rapproche de la figure triangulaire; elle représente une sorte de pyramide dégradée dont la base est dans

(1) *Voyez* la note 1 à la fin de cette partie.

la région du nord, et le sommet dans la région du sud. L'axe de cette pyramide est parallèle au méridien. La chaîne des Cordilières peut être prise pour cet axe dans la partie méridionale, à partir du 18e degré de latitude australe jusqu'aux terres les plus avancées vers le sud. Au nord de ce parallèle, la grande chaîne se courbe en demi-cercle dont la partie convexe est vers l'ouest; mais le sol se soutient toujours à une très-grande hauteur sur la première ligne de la chaîne méridionale, c'est-à-dire entre les 70e et 75e de longitude ouest, et ce terrain exhaussé va se terminer vers le nord aux caps Chichibacao et de la Vela dans la mer des Caraïbes.

Les chaînes des montagnes lorsqu'elles se continuent ainsi sur toute la longueur d'un continent, sont pour ce continent ce que la colonne vertébrale est pour les animaux. Elles sont le terme auquel se rapportent toutes les formes et les dimensions. Elles fournissent des documens certains pour restaurer ces formes altérées par divers accidens, et pour retrouver les terres qui ont été détachées de la masse continentale. La chaîne des Cordilières ou l'axe de l'Amérique étant parallèle aux méridiens, les côtes orientale et occidentale devoient originairement l'être aussi, et par conséquent la côte du sud suivoit le parallélisme de l'équateur.

En partant du principe qu'à une certaine époque postérieure à la débacle des lacs, l'Océan du sud a été poussé avec violence vers le nord, nous concevrons comment ses eaux arrêtées et divisées par le sommet méridional de l'axe, ont donné à l'Amérique moderne la figure triangulaire en emportant les angles sud-est et sud-ouest de l'ancienne côte parallélique. Les effets répondent tellement à cette cause et à ces dispositions, qu'on pourroit les démontrer par le calcul avec la même justesse que le clivage des cristaux.

Quant à la côte septentrionale, qui n'existoit pas originairement, puisque l'Amérique ne faisoit qu'une seule masse avec la Colombie, elle a dû contracter des formes très-irrégulières par suite des événemens qui ont morcelé ou englouti les anciennes chaussées pour joindre les eaux des lacs à celles de l'Océan. Nous aurons occasion de voir que cette irrégularité se montre dans tous les lieux où la disposition du terrain ordonnoit la formation des lacs.

Afin de retrouver les linéamens anciens et naturels, je me place au voisinage de l'équateur et je cherche à fixer les limites

de la partie du sud où les effets ayant été plus réguliers, sont plus faciles à reconnoître.

A l'orient, les pointes continentales actuellement plus avancées, sont le cap de Saint Augustin et le cap Saint-Roch sur la côte du Brésil. Au nord et au nord-est de ce dernier cap, on trouve les vrais bancs de sable fort étendus qui se lient vers l'orient à des roches et îlots terminés par le rocher Saint-Paul sous le 31e de longitude occidentale environ, et à quarante minutes au nord de l'équateur.

A l'occident, aussi sous la ligne équinoxiale, se voient les Galapagos, archipel considérable qui est la dernière ramification des promontoires de la côte. Les îles les plus occidentales de cet archipel, sont la Rodonde sous l'équateur et l'île Wenmans à 1° 20′ de latitude boréale; toutes deux sous le 94° 20′ de longitude ouest (1).

Ces points de reconnoissance à l'orient et à l'occident de l'Amérique, sont des vestiges de l'ancienne côte, puisqu'ils conservent encore avec la nouvelle une connexion sensible et incontestable. Par leur secours, et en suivant les documens tirés du parallélisme, nous devons rétablir les limites naturelles.

Une ligne qui partira du rocher Saint-Paul en allant vers le sud sous le même méridien, ou à très-peu de différence près, passera par les îles de Martinvaz, de la Trinidad, de Saxembourg et plusieurs autres moins remarquables, et ira aboutir à la Thulé australe ou Terre de Sandwich découverte par Cook en 1774 sous le 60e parallèle.

Une ligne semblable tirée de l'archipel des Galapagos me conduira aussi au 60e, précisément aux parages où Drake prétend avoir découvert des terres qui ont retenu son nom. On a des doutes sur cette découverte; mais tant qu'il n'y aura pas de preuves de fait pour attester cette prétendue erreur d'un navigateur justement célèbre, il faudra croire à l'existence de ces terres (2). Dans tous les cas, l'angle sud-est étant positivement fixé à la Thulé australe, celui du sud-ouest le sera nécessairement sous le même parallèle au point d'intersection du méridien des Galapagos; et nous aurons ainsi la figure de l'Ancienne-Amérique indiquée par le parallélisme actuel de son axe.

(1) *Voyez* la note 2 à la fin de cette partie.
(2) *Voyez* la note 3 à la fin de cette partie.

Je dois faire remarquer que la Terre de Sandwik, qui est le point le plus essentiel, se lie étroitement à l'archipel Magellanique par les groupes de Candlemas, des Clerigos, de la Terre de la Roche ou Géorgie, de l'Aurora et des Malouines ou Falkland. Cette chaîne d'îles indique par sa position et sa direction, qu'elle est l'ancienne ramification sud-est de la Cordilière, et qu'elle enfermoit de ce côté les lacs qui s'étoient formés à l'embouchure de Rio de la Plata. On aperçoit les traces d'une ramification semblable au sud-ouest par le cap de Horn et l'île Diego Ramirez, qui est sous le 56° 30′ de latitude australe. On n'a pas assez fréquenté cette mer pour connoître les îles qui peuvent se trouver plus loin vers le sud-ouest.

Passons à la partie qui est au nord de l'équateur. Il est hors de doute que l'Amérique tenoit anciennement à la Colombie par la chaîne des Antilles, comme elle y tient par l'isthme de Panama. On verra même dans l'article suivant, que l'ancienne côte de la Colombie s'étendoit beaucoup à l'est des Antilles. Les lacs qui occupoient l'espace du milieu commencèrent une séparation ordonnée par la rencontre des pentes; cette séparation ayant été achevée par la rupture des chaussées, l'Océan fit ensuite ses irruptions, qui produisirent leur effet accoutumé en donnant à la Colombie des formes aiguës vers le sud. Depuis cette époque l'Amérique et la Colombie ont formé deux parties du monde distinctes, et le point de séparation nous est indiqué par les caractères généraux que nous avons dit être invariables et décisifs.

Le Mexique et les Antilles s'élargissent vers le nord et se rétrécissent vers le sud; ils appartiennent donc à la Colombie, et alors nous tracerons la limite septentrionale de l'Amérique de la manière suivante.

Du rocher Saint-Paul, notre premier point de reconnoissance, la ligne passera à l'île de Tabago liée au continent par celle de la Trinité; de Tabago au rocher dit de 1802, situé sous le 73e de longitude ouest et le 13e de latitude nord; rocher qui se lie au cap Chichibacao par le groupe de Las-Mongas; de ce point le plus septentrional de l'Amérique à l'isthme; de l'isthme à l'île Malpelo vers le milieu du golfe de Panama; enfin de Malpelo à l'archipel des Galapagos, notre second point de reconnoissance.

Ce système de limites, qu'on peut appeler *naturel*, rattache à l'Amérique les îles sous le vent qui en effet ont une connexion

évidente avec cette partie du monde, et n'en ont au contraire aucune avec les Antilles, quoique par habitude les géographes fassent de ces deux archipels une seule région qu'ils nomment improprement les *Indes-Occidentales*. 1°. Le sol des petites Antilles est tantôt une argile grasse, tantôt un tuf volcanique; partout il est recouvert d'une forte couche d'humus. Les mornes ou inégalités de ce sol ne sont que des coteaux aplatis à leur partie supérieure, qui offrent les caractères et les accidens des pays calcaires. La roche primitive ne se montre que dans les lieux les plus bas et sur quelques points du rivage. Les îles sous le vent ne présentent au contraire que des rochers coniques et escarpés, ordinairement quartzeux, entièrement dépouillés, auxquels il a fallu toute la patiente industrie du Batave pour les rendre productifs. 2°. Les îles sous le vent forment une chaîne tracée de l'est à l'ouest qui est visiblement l'ancienne côte de l'Amérique, tandis que la chaîne des Antilles a sa direction générale du sud au nord, et se lie évidemment à la Colombie. 3°. La grande passe pour entrer dans la mer des Caraïbes, est entre la Grenade et Tabago qui appartient, ainsi que la Trinité, aux îles sous le vent et non aux Antilles. Cette passe a plus de quatre-vingts lieues de large. C'est par là que l'Océan a fait sa grande irruption dans la mer des Antilles, comme il est aisé de le voir par le biais de la côte d'Amérique, depuis le cap Saint-Roch jusqu'à Tabago, et par la configuration intérieure de la mer des Antilles.

L'isthme de Panama est un autre sujet de contestation. Quoique cet isthme unisse les deux moitiés du Nouveau-Continent, il offre néanmoins plusieurs signes de séparation : 1° il termine en pointe la Colombie, tandis que de cette pointe même la côte d'Amérique s'étend aussitôt vers l'orient; 2° le terrain s'élève plus brusquement du côté du Mexique que de celui de Tierra-Firma; 3° le sol est plus bas à l'isthme qu'aux environs ; s'il a résisté à l'effort des eaux, c'est moins par sa hauteur que par sa nature pierreuse; 4° à partir de l'isthme vers le nord, le terrain est basaltique ou trappéen, et vers le sud il passe au gneis et au schiste ; 5° enfin un isthme, de quelque nature qu'il soit, est toujours un signe de séparation, parce qu'il n'existe que par l'effet des accidens qui ont divisé la surface terrestre.

Quant à l'île Malpelo dont je fais un point de reconnoissance, je me fonde sur ce que cette île est placée sur la ligne méridienne tirée entre la pointe Mariatto, au golfe de Panama,

et le cap San-Lorenzzo, ainsi que les autres promontoires de la côte de Guayaquil. Cette ligne a dû être occupée par l'ancienne côte qui a été creusée par l'Océan, comme les courans l'indiquent encore. Du reste, cette île Malpelo a toujours été regardée comme une dépendance de l'Amérique, et il n'y a aucune raison de lui assigner une autre place.

NOTE 1.

Je fais dessiner en ce moment une grande Carte du monde physique, où toutes les régions de la terre seront distinguées et désignées d'après la nouvelle nomenclature. Elle paroîtra à la fin de ces Mémoires.

NOTE 2.

Sur les cartes de d'Anville et des géographes français, même les plus modernes, on trouve l'île Gallego à la même latitude que l'archipel des Galapagos, mais plus à l'ouest sous le 105e de longitude occidentale, méridien de Paris. Cette île Gallego est supprimée dans les cartes d'Arrowsmith. C'est sans doute une des îles occidentales de l'archipel des Galapagos à laquelle les Espagnols auront assigné une fausse position en la portant trop à l'ouest : car l'île Wenmons, et d'autres îles des Galapagos, n'ont pas été nommées par les Espagnols, mais par les Anglais, parce que les premiers les plaçant plus à l'ouest, les seconds ont cru que ce n'étoit pas les mêmes îles, et toujours avides de laisser des monumens de leurs travaux nautiques, ils ont supprimé les noms donnés par les Espagnols et avec eux les îles qu'ils désignoient, tandis qu'il auroit fallu se borner à rectifier les positions.

NOTE 3.

M. de Fleurieu, dans un Mémoire inséré dans le 3e vol. du *Voyage du Capitaine Marchand* (Paris, an VIII, 4 vol. in-4o), discute avec une rare sagacité tout ce qui est relatif aux terres de Drake, et il conclut que ces terres ne sont autre chose que la côte méridionale et occidentale de la *Tierra del Fuego* ou Terre du Feu, nommée par Drake, et il conclut que ces terres ne sont autre chose que la côte méridionale et occidentale de la *Tierro del Fuego* ou Terre du Feu, nommée par Drake les *îles Elizabéthides*. Je conviens qu'en effet ces terres sont

désignées assez clairement dans les journaux et relations que M. de Fleurieu a composées. Mais ces journaux semblent dire aussi : Drake a effectivement vu des terres plus méridionales dont, à la vérité, il est difficile d'assigner la longitude. M. de Fleurieu prétend que si ces terres existoient, Cook, en 1769, Furneaux, en 1774, et plus récemment La Pérouse les auroient aperçues dans leur navigation aux mers Australes. Mais j'observe que sous le 60e parallèle il y a plusieurs espaces de mer à l'ouest du cap Horn qui n'ont pas été parcourus par ces navigateurs, et je ne vois rien qui détruise l'existence de ces terres dans ces parages. Du reste, cette discussion me mèneroit trop loin et ma ligne de limites n'en seroit pas moins naturelle, quand même on adopteroit les conclusions de M. de Fleurieu.

DEUXIÈME PARTIE DU MONDE.

La Colombie (1).

La Colombie présente dans son ensemble ce contraste frappant que j'ai dit être le signe certain auquel on peut reconnoître une partie du monde. Au sud, des excavations, des coupures, des escarpemens, en un mot tous les accidens d'une irruption de l'Océan; au nord, une côte unie, étendue dans le sens des latitudes et déposée tranquillement par les attérissemens successifs des fleuves. Cependant la région du nord-est offre les mêmes désordres que celle du sud, et la formation de la baie d'Hudson paroît due aux mêmes causes que celle de la mer des Antilles.

Cette disposition, qui se retrouve aux mêmes latitudes et avec

(1) Dans une note de mon précédent Mémoire, j'ai dit qu'après M. Grabert de Hemso, j'avois été le premier à me servir du mot de Colombie pour désigner l'Amérique septentrionale. M. Thiébaut de Berneaud, bibliothécaire de la Mazarine, réclame avec raison contre cette note, puisque dès l'année 1809 il a fait usage de ce nom de *Colombie* dans sa *Bibliothèque des Propriétaires ruraux*, n° de septembre, et en 1810 dans les *Annales* de M. Malte-Brun, t. XI, pag. 113 : époques même antérieures aux *Leçons de Cosmographie* de M. Gråbert qui n'ont paru qu'en 1813. En restituant à M. Thibaut le mérite d'avoir le premier rendu un juste hommage à l'immortel Colomb, il me sera permis de citer ce savant respectable comme une autorité, laquelle, jointe à celle de son illustre ami M. Gråbert, trop peu connu en France, mais plus digne de l'être que beaucoup d'autres, doit déterminer à la fin tous les géographes, amis de la justice et de la vérité, à adopter la dénomination qui fait l'objet de cette note; et avec elle la division naturelle qu'elle désigne.

les mêmes circonstances à l'extrémité nord-ouest de l'Ancien-Monde, vient de ce que les pentes des deux continens sont dirigées vers un grand bassin triangulaire divisé en deux par le Groënland. Ces deux bassins ont dû être occupés par des lacs, puisque les pentes s'y rencontrent. Ces lacs, comme partout ailleurs, ont commencé la séparation. L'Océan poussé ensuite du pôle austral, a brisé contre les rochers du Groënland, et ses flots divisés se sont fait jour de chaque côté de la pointe Farewel, qu'ils ont aiguisée en engloutissant presque tout ce qui restoit encore des anciennes chaussées déchirées par les lacs. Les eaux de l'Océan arrêtées par les terres polaires, sont revenues par les mêmes canaux et, faisant effort contre les digues de la mer d'Hudson et de la Baltique, elles s'y sont pratiqué plusieurs passages pour faire de ces anciens lacs des bras de l'Océan.

Les deux côtes orientale et occidentale de la Colombie sont inclinées de manière qu'elles s'écartent vers le nord et se rapprochent vers le sud, où la première finit par la presqu'île de la Floride, et la seconde par l'isthme de Panama; la chaîne des Antilles prolonge la côte orientale jusqu'à la Grenade en diminuant toujours de largeur.

Cette chaîne n'est pas à beaucoup près l'ancienne côte. En jetant les yeux sur une mappemonde, on verra que les Antilles se recourbent à l'est de manière que le côté convexe passe sous le méridien de Terre-Neuve. En dedans de ce méridien, la côte actuelle des Etats-Unis rentre en demi-cercle et forme le fond d'un vaste golfe, qui a près de mille lieues d'ouverture sur douze cents de profondeur. Ce golfe, a bien certainement été occupé par des lacs où s'amassoient toutes les eaux de la pente orientale des Alléghany, retenues alors à l'ouverture du golfe par une chaussée dont nous devons retrouver des vestiges.

Les eaux du fleuve Saint-Laurent et du Mississipi, en séparant de la masse continentale les îles de Terre-Neuve et de Cuba, ont grossi les eaux des lacs. La séparation de ces deux îles est antérieure à l'irruption de l'Océan. Le courant du Mississipi a creusé le sol si profondément, qu'il se fait sentir encore avec une grande violence depuis le canal de Bahama, par où il dégorge, jusqu'aux bancs de Terre-Neuve où il se perd. La vitesse de ce courant qui est de quatre à cinq milles par heure, sa largeur moyenne que M. Volney, à qui j'emprunte ces détails, estime de quinze lieues, la couleur, la température, la salure et les autres qualités de ses eaux différentes de celles de l'Océan

qu'elles

qu'elles traversent, enfin la profondeur beaucoup plus considérable de son lit, ne permettent pas de douter que les eaux qui occupoient le creux de la mer des Antilles, ne se soient pratiqué une issue dans les lacs du golfe des Etats-Unis bien avant l'irruption de l'Océan. La même chose doit avoir eu lieu pour le fleuve Saint-Laurent qui aboutissoit d'abord dans un lac, lequel s'est à la fin joint aux autres.

De ces faits nous pouvons déduire qu'il y avoit une suite non interrompue de lacs communiquant par des canaux, depuis la mer des Antilles jusqu'au golfe Saint-Laurent, et probablement au delà. La chaussée extérieure du côté de l'orient a subsisté et formé l'ancienne côte jusqu'à l'époque où l'Océan a tout brisé pour réunir toutes ces eaux à sa propre masse.

Ces documens m'indiquent que l'ancienne côte orientale de la Colombie devoit être aussi avancée vers l'orient que celle de l'Amérique dont elle étoit la prolongation. En effet j'en retrouve de nombreux vestiges sur une ligne qui commence vers le 7e de latitude nord et le 32e de longitude occidentale, et finit vers le 43e parallèle en s'inclinant vers le nord-ouest jusqu'au 41e de longitude. Elle est tracée par des rocs et écueils assez nombreux qui sont spécifiés sur le tableau qui accompagne ma carte. On y verra qu'indépendamment des écueils dont la position est fixée d'une manière positive, il y en a beaucoup dont la position est douteuse. Ces rocs douteux sont fréquens dans le golfe des Etats-Unis. Arroussmith en indique un grand nombre sur sa carte. En général tout cet espace de mer, à l'exception du creux du bassin où se trouvent encore les Bermudes et d'autres roches, est peu profond, semé d'écueils et de brisans, dangereux pour la navigation et très-variable pour les sondes et les courans. Les fragmens pierreux et les parties terreuses qui ont dû jadis former et cimenter la chaussée ou l'ancienne côte, se retrouvent dans ces bancs de sable qui occupent une si vaste étendue aux environs de Terre-Neuve, où ils ont été amassés par la rencontre et le tournoiement des courans du Mississipi et du fleuve Saint-Laurent.

La ligne va s'appuyer vers le nord-ouest, au banc Jacquet le plus oriental de ceux de la Terre-Neuve. De ce banc elle s'incline dans la même direction que la côte jusqu'à la côte extérieure de l'île de Cumberland, qui sépare en deux détroits l'entrée de la baie d'Hudson. De ces îles, en suivant la même direction, la ligne aboutit au point où l'on suppose que finit la

Colombie, et que je désigne provisoirement sous le nom de *cap Baffin*. La position que je lui assigne est celle qui est marquée sur les cartes d'Arroussmith. Je discuterai dans l'article suivant, ce qui est relatif au passage du nord-ouest qui sépare la Colombie de l'Ericie. La ligne que je viens de tracer ne peut offrir matière à contestation, puisqu'elle passe sur tous les points saillans de la côte, et qu'elle enferme toutes les terres et îles de la Colombie.

Du cap Baffin, la ligne s'incline vers le 71e parallèle jusqu'au cap Glacé. Il se pourroit cependant qu'il y eût entre ces deux promontoires des langues de terre plus avancées qu'eux vers le nord, et cela est même probable par analogie avec la côte septentrionale de l'Ancien Continent. En dedans de cette ligne sont comprises les parties de mer vues par Hearne et Macenzie. Elles s'enfoncent jusqu'au 68e parallèle, et il paroît qu'elles sont obstruées d'îles et de sables comme la mer de Sibérie.

Du cap Glacé, la ligne court au sud-ouest jusqu'aux deux îles qui sont au milieu du détroit de Béring. Ces îles portent sur la carte d'Arroussmith, les noms d'*Inellin* et d'*Okevachi*. Sur une excellente carte russe publiée par ordre du Gouvernement en 1809, que M. Barbié du Bocage, mon illustre maître, a eu la bonté de me communiquer, ces îles sont au nombre de quatre et portent le nom d'*îles Jffodeffv*. Elles sont à égale distance des deux côtes; mais la mer est plus profonde et plus libre de glaces du côté de l'Asie : ce qui me détermine à les rattacher de préférence à la Colombie. Elles sont un reste de l'ancienne chaussée qui joignoit les deux Mondes.

Des îles Jffodeffv, en s'inclinant beaucoup vers l'ouest, la ligne va joindre l'île d'Attou, la plus occidentale de la chaîne des Aleutiennes, qui est un prolongement de la presqu'île d'Alaska. Cette ligne suit l'inclinaison de la côte d'Asie à laquelle celle de la Colombie devoit nécessairement correspondre. Elle partage obliquement le bassin de Béring, laissant à la Colombie toutes les îles de ce même bassin où elles sont assez nombreuses. La distance de l'île d'Attou au groupe des îles Béring est à peu près double de celle de ce groupe à la côte d'Asie. Indépendamment de ce motif qui pourroit suffire, la Géologie fournit aussi des faits qui commandent la séparation des îles Aleutiennes et des îles Béring. Dans les premières, les roches sont, comme à la presqu'île d'Alaska, de jaspe jaune à larges bandes vertes et rouges, et le sol est sablonneux et stérile. Dans les secondes, on remarque la même

construction que sur la côte d'Asie; c'est-à-dire des roches granitiques qui deviennent friables à l'extérieur par le contact de l'air, et dont la décomposition couvre le sol d'un mélange de différentes terres très-favorables à la végétation.

Cette opposition n'exclut pas un genre de liaison particulier, celui des terrains volcaniques. C'est un signe auquel on ne doit point s'attacher, parce qu'il se reproduit sur tous les points limitrophes, quelques différences qu'il y ait entre eux. Les volcans se sont manifestés dans les montagnes coniques et tous les creux où les eaux se sont amassées. La présence de ces eaux est la cause déterminante des phénomènes volcaniques; lorsqu'elles se sont retirées, ces phénomènes ont cessé, comme on le voit dans tous les volcans aujourd'hui éteints. Il ne faut donc pas chercher en eux des indications, ni des analogies; puisque sur tous les rivages des six parties du monde il y a et il doit y avoir des volcans, par cette seule raison qu'il y a des amas d'eau, et que cette seule condition suffit, avec certaines dispositions du terrain, pour produire des volcans sur tous les rivages qu'on n'auroit aucun motif de séparer si on s'en tenoit à cette seule analogie. Observons seulement que les volcans sont un moyen accessoire qui a dû faciliter la division des terres opérée par les eaux. Sans les commotions que provoquent les feux souterrains, cette division auroit été plus incomplète et moins irrégulière. C'est pourquoi nous aurons occasion de remarquer que la Malasie qui, occupant un des plus grands réservoirs d'eau, a dû être aussi un des foyers les plus actifs, a été horriblement déchirée par cette réunion de circonstances.

Il est hors de doute que les îles Aleutiennes, avant l'irruption de l'Océan austral, tenoient au continent de la Colombie. Par conséquent la côte ancienne de ce continent devoit s'étendre partout à la même distance de la côte actuelle dont l'inclinaison est une disposition primitive déterminée par la direction des Cordilières colombiennes, depuis l'isthme de Panama au sud-est jusqu'au mont Saint-Elie au nord-ouest. Si nous suivons cette inclinaison, qui doit en effet servir de règle, nous verrons que deux lignes tirées l'une de l'île d'Altou à l'île Paxaros, l'autre de l'île Paxaros à celle de Cocas, correspondent exactement à la direction du grand axe de la Colombie et de sa principale chaîne de montagnes. L'île Paxaros, qui est le point du milieu, est située un peu au nord du tropique du Cancer sous le 134e de longitude occidentale. Elle forme le sommet du

triangle, dont la base très-allongée est comprise entre l'île d'Attou et celle de Cocas. Ce sommet du triangle répond précisément au cap Mendocin, point le plus saillant de la côte convexe de la Nouvelle-Californie.

De l'île Cocas, qui est située au 5e de latitude boréale et au 90e de longitude occidentale, la ligne de démarcation passe par l'isthme de Panama, va joindre Alta-Vela, petite île au sud de Saint-Dominique, revient à la Grenade, et enfin aboutit aux écueils de l'angle sud-est de la Colombie d'où je suis parti. Il n'y a aucune objection à faire contre cette limite qui sépare, d'une manière nette et exacte, les annexes de la Colombie de celles de l'Amérique.

(*La suite au Cahier prochain.*)

DE L'ÉTAT ACTUEL DE LA CHIMIE;

PAR J.-C. DELAMÉTHERIE.

LES théories chimiques prennent une direction qui est telle, qu'on ne craint pas de dire que nos plus célèbres professeurs dans cette science, même les plus jeunes, ne sont pas à la hauteur de cette nouvelle doctrine. Je vais essayer de la faire connoître à mes lecteurs ; mais je crois nécessaire de leur rappeler quelques faits.

Beccher, Sthal... trouvèrent un grand nombre de beaux faits chimiques épars...; ils essayèrent de les réunir et d'en faire un corps de doctrine. Stahl, particulièrement, fit un système qui fixa l'attention de tous les chimistes. Il supposa un principe inflammable, auquel il donna le nom de *phlogiston*, *phlogistique*, *inflammable...;* ce principe, suivant lui, avoit la plus grande influence dans la plupart des phénomènes.

Mais, comme tous les auteurs d'une nouvelle doctrine, il donna trop d'étendue à son opinion, et il ne fit pas attention que son principe inflammable ne pouvoit se développer sans le concours de l'air. Cependant Jean Rey avoit déjà prouvé que l'air étoit nécessaire à la combustion, que les métaux, par exemple le plomb, ne pouvoient perdre leur phlogistique, ou être brûlés, ou être calcinés que par le concours de l'air. Ainsi cent livres de plomb donnoient par la calcination cent dix livres de *minium :* ces dix livres, suivant Rey, étoient dues à l'air qui s'étoit combiné....

Mayou confirma ces faits, qui le furent également par Hales...

Enfin la grande découverte des gaz ne permit plus de douter de l'insuffisance de la doctrine de Stahl...

Néanmoins elle fut soutenue jusqu'à ce qu'un chimiste français, le célèbre Bayen, en démontra l'insuffisance par une *experimentum crucis*, pour nous servir de l'expression de Bacon. Il mit dans une petite cornue de verre du précipité rouge de mercure pur, ou chaux de mercure (oxide), et l'exposa au feu.

Il vit avec surprise cette chaux pure se revivifier, sans addition du principe inflammable, en mercure coulant, avec un *dégagement considérable de fluide aériforme*... Il en conclut que ce précipité rouge n'étoit pas seulement le mercure privé de son principe inflammable, de son *phlogistique*, mais que dans ce nouvel état il étoit combiné avec un fluide aériforme. (*Journal de Physique*, an 1774.)

Priestley, qui répéta cette expérience, reconnut que ce fluide aériforme n'étoit pas de l'air commun, mais un air particulier qui favorisoit la combustion, et auquel il donna le nom d'*air déphlogistiqué*.

Les expériences se multiplièrent....

Les conclusions de Bayen furent reconnues exactes...; mais il étoit seul, et on s'empara de son travail sans parler de lui.

On dit que cet air déphlogistiqué étoit le principe de la combustion et celui des acides. En conséquence il fut nommé *oxygine*, puis *oxigène* par Lavoisier (qui n'a jamais dit que cette expérience appartenoit à Bayen, et son influence fut telle, que personne n'osa prononcer le nom de Bayen). Le principe inflammable de Stahl fut banni de la science....

Je fus chargé alors de la rédaction du *Journal de Physique*. *Un ami de la vérité et de la justice*, tel que moi, fut choqué de l'injustice commise envers Sthal et mon ami Bayen, comme je l'étois de celle commise envers un autre de mes amis, Romé-de-Lisle. (On me dit que c'étoit Daubenton qui défendoit de prononcer son nom, et de lui rendre ce qui lui appartenoit.) Je revendiquai donc,

a Pour l'expérience fondamentale de Bayen, qui prouvoit le concours nécessaire de l'air dans tous les faits où Sthal ne supposoit que son *phlogistique*;

b Je fis voir qu'on commettoit la même injustice envers Stahl, et que le prétendu *oxigène* n'étoit point le principe des acides, ni de la combustion;

c Je revendiquai également pour Romé-de-Lisle.

. . . .

J'ai combattu avec courage et constance..., et enfin *la vérité a triomphé*.

On a rendu justice à mes amis Bayen et Romé-de-Lisle..., mais on s'est cruellement vengé contre leur défenseur...; on a agi avec lui comme on avoit agi avec eux, on s'est également

emparé de ses travaux... Se trouvera-t-il un autre ami de la vérité et de la justice, pour lui faire rendre ce qui lui est dû?

. . . .

Qu'importe : LA VÉRITÉ TRIOMPHE!

Il est aujourd'hui reconnu généralement que le prétendu *oxigène* n'est pas l'oxigène, c'est-à-dire n'est pas le *principe des acides*, *ni celui de la combustion :* et toutes les conséquences qu'on avoit tirées de cette hypothèse sont abandonnées....

Le mot principe inflammable de Stahl a été remplacé par celui de *calorique*.

. . . .

Mais on veut aujourd'hui substituer à ces suppositions une nouvelle théorie.

On convient avec moi (sans parler de mes travaux) qu'il y a des acides sans oxigène.

On reconnoît que l'hydrogène, ou air inflammable, est le principe de plusieurs acides : ainsi le soufre combiné avec l'air inflammable, ou le *gaz hydrogène sulfuré*, a toutes les propriétés des acides.

Il en faut dire autant de l'acide prussique....

Le tellure, l'iode, le chlore... combinés avec l'hydrogène, présentent des phénomènes analogues.

Gay-Lussac pour distinguer les acides qui contiennent de l'oxigène, de ceux qui contiennent de l'hydrogène, a proposé de donner un nouveau nom à ces derniers, il les appelle *hydracides*.

Les acides qui contiennent de l'oxigène sont :
L'acide boracique,
L'acide fluorique,
L'acide nitrique.
. . . .

Les acides qui contiennent de l'hydrogène sont :
L'acide hydroïodique,
L'acide hydro-cyanique (ou prussique);
L'acide hydro-sulfurique (Gay-Lussac, mai, pag. 15), c'est l'acide sulfureux.
. . . .

Mais rapportons les paroles de Gay-Lussac lui-même sur les hydracides.

Des Hydracides.

« J'ai fait voir, dit Gay-Lussac (*Annales de Chimie et de Physique*, février 1816, pag. 157), que le chlore, l'iode et le soufre avoient entre eux beaucoup de rapports, et qu'avec l'azote, le phosphore et le carbone, ils formoient une série continue, dans laquelle l'affinité de chaque corps pour l'oxigène, étoit en raison inverse de son affinité pour l'hydrogène. En établissant ces rapprochemens, j'ai eu pour objet de montrer que le chlore et l'oxigène ne formoient point une classe séparée, jouissant exclusivement de la propriété de former des acides, qu'ils la partageoient au contraire avec beaucoup d'autres corps, et que les substances salines, formées par la combinaison du chlore, ou de l'iode avec l'oxigène et les bases, étoient entièrement analogues aux nitrates et aux sulfates. J'ai aussi fait voir que le caractère acide dépend autant de l'arrangement que de l'énergie des molécules élémentaires : et quoique dans la combinaison des substances simples on observe les mêmes phénomènes de saturation, que dans les combinaisons des acides avec les bases, j'ai proposé de réserver le nom d'*acides* pour les substances *composées*, jouissant d'ailleurs des propriétés acides. Considérant enfin que l'hydrogène forme des acides très-remarquables avec le chlore, l'iode et le soufre, j'ai encore proposé le nom HYDRACIDES pour désigner ces combinaisons, au nombre desquelles a été ajouté l'acide hydro-cyanique. »

Il donne l'histoire de plusieurs substances qui jouissent des propriétés acides, sans contenir d'oxigène.

De l'Acide prussique.

Gay-Lussac a fait un grand travail sur cette substance, qui avoit été déjà l'objet des travaux de plusieurs chimistes. Il lui paroît qu'elle est composée de trois substances, l'azote, l'hydrogène et le carbone.

Suivant Gay-Lussac, *Annales de Chimie*, août 1815, p. 157, cet acide prussique est composé de

1 volume de vapeur de carbone.
½ volume d'hydrogène.
½ volume d'azote.

Condensé

Condensé en un seul, ou en poids, de

Carbone.	44.39
Azote.	51.71
Hydrogène.	3.90

Porret, chimiste anglais, qui s'est aussi beaucoup occupé de cet acide, donne pour principes de l'acide prussique,

Carbone.	24.8
Azote.	40.7
Hydrogène.	34.5

Curaudeau avoit dit, *Annales de Chimie*, XLVI, pag. 148, qu'il existe un radical prussique auquel il donna le nom de *prussire :* ce radical, en se combinant avec l'oxigène, formoit le véritable acide prussique, et ses combinaisons étoient les *prussiates.* Il n'acquiert la propriété neutralisante, ou acide, qu'aux dépens de l'oxigène que lui fournit un oxide métallique, dont le concours est nécessaire pour former, avec les bases salifiables, une combinaison énergique et durable (dit Gay-Lussac, *Annales de Chimie et de Physique*, an 1815, pag. 141).

Gay-Lussac (*ibidem*, pag. 162) admet également un radical de l'acide prussique, qu'il nomme *cyanogène* (1), mais son opinion diffère de celle de Curaudeau, en ce qu'il croit que ce cyanogène se combine avec l'hydrogène pour former l'acide prussique.

L'acide prussique ordinaire recevra, suivant lui, le nom d'acide *hydro-cyanique.*

Les prussiates recevront le nom d'*hydro-cyanates.*

Les combinaisons du cyanogène avec les corps simples, quand il y jouera le même rôle que le chlore dans les chlorures, seront désignées par le nom de *cyanures.*

L'acide prussique est composé, suivant lui,

1 volume de vapeur de carbone.
$\frac{1}{2}$ volume d'azote.
$\frac{1}{2}$ volume d'hydrogène.
Et point d'oxigène.

Le potassium combiné avec cet acide, en dégage la moitié

(1) Κυανος, cyanos bleu, γεννάω, j'engendre.

de son volume d'hydrogène : il est clair que ce qui se combine avec ce métal, et qu'on devroit désigner par le nom de *radical prussique*, est un composé de carbone et d'azote dans la proportion de

1 volume de vapeur de carbone.
$\frac{1}{2}$ volume de gaz azote.

Ce radical, combiné avec le potassium, constitue un véritable *prussique* de ce métal.

On doit donc considérer l'acide prussique ordinaire comme un *hydracide*.

On l'appellera *hydro-cyanique*;

Et les prussiates seront des *hydro-cyanates*.

Le radical de cet acide est le *cyanogène*.

Les combinaisons des corps simples avec le cyanogène seront des *cyanures*.

Mais Porret (*Annales de Chimie et de Physique*, février 1816, pag. 120) admet deux espèces de prussiates, les simples et les triples.

Les prussiates simples sont les sels qui résultent de l'union directe de l'acide prussique avec les alcalis et les autres bases. Ils sont toujours alcalins, et sont incapables de former le bleu de Prusse, quand ils sont ajoutés aux dissolutions de fer.

Les prussiates triples de potasse sont neutres; ils sont insolubles dans l'alcool, et forment le bleu de Prusse avec les sels de fer peroxidé.

De l'Acide Chyazique.

L'acide chyazique est un acide particulier, ainsi dénommé par Porret (*Annal. de Chim. et de Phys.*, Cahier de février 1816, pag. 124), il est formé par les élémens de l'acide prussique avec d'autres substances.

Non-seulement, dit-il, l'oxide de fer, mais encore d'autres substances forment avec les élémens des acides particuliers ayant des propriétés totalement différentes les unes des autres.

Le soufre est une de ces substances, et Porret présume que quelques oxides métalliques sont aussi dans ce cas.

Porret a donné à cet acide le nom de *chyazique*. Il forme ce nom des lettres initiales des mots *carbone*, *hydrogène et azote* (élémens de l'acide prussique) auxquelles il ajoute la terminaison *ique*.

De l'Acide Chyazique sulfuré.

Porret, pour obtenir cet acide chyazique sulfuré, fait bouillir légérement une dissolution de prussiate de mercure avec du sulfure hydrogéné de potasse. La décomposition est instantanée, et il en résulte un sel neutre dont on peut séparer par plusieurs moyens un acide particulier, composé, d'après l'auteur, d'acide prussique et de soufre.

Cet acide contient du soufre, non comme un corps étranger, mais comme un élément.

Lorsque le soufre y est acidifié par une cause quelconque, les autres principes se réunissent sous la forme d'acide prussique : ainsi ces principes avant cette décomposition, formoient un *acide chyazique sulfuré.*

Cet acide peut se combiner avec différentes bases, la soude, l'ammoniaque, la chaux, la magnésie, la baryte..., les oxides d'argent, de mercure... et forme des *chyasates sulfurés.*

De l'Acide Chlorique.

H. Davy pense que l'acide connu sous le nom de *muriatique*, est composé d'un radical quelconque, qu'il appelle *chlore.*

Ce chlore peut se combiner avec l'oxigène, et il forme l'acide *chlorique.*

Ce chlore peut se combiner avec l'hydrogène, et il forme l'acide *hydro-chlorique.*

Les combinaisons de cet acide font les hydro-chlorates.

De l'Acide Iodique.

L'iode peut se combiner avec l'oxigène, il forme alors un acide qu'on appelle *iodique.*

L'iode peut également se combiner avec l'hydrogène, et il forme l'acide *hydro-iodique.*

Les combinaisons de cet acide sont les hydriodates.

De l'Acide Fluorique.

L'acide fluorique est composé d'une base combinée avec l'oxigène.

On avoit donné à cette base le nom de *fluore.*

Des Phtores.

Ampère (*Annal. de Chim. et de Phys.*, mai 1816, pag. 24) propose de lui donner le nom de PHTORE, analogue à celui de *chlore*, de *phosphore*, d'*iode*. *Phtore*, dit-il, dérive de l'adjectif grec phtoros φθορεος, *délétère*, qui a la force de *ruiner*, de *détruire*, de *corrompre*. Ce nom lui paroît très-propre à exprimer l'extrême énergie de cette substance, la propriété qu'elle possède exclusivement de détruire tous les vases où l'on veut la renfermer, et l'action si remarquable qu'exerce la combinaison qu'elle forme avec l'hydrogène sur les corps organisés.

Cette combinaison avec l'hydrogène sera l'acide *hydro-phtorique;* celle que le même corps produit en s'unissant au *bore* et au *silicium*, prendront le nom d'acide *phtoro-borique* et d'acide *phtoro silicique :* et les sels correspondans ceux d'*hydro-phtorates*, *phtoro-borates* et *phtoro-siliciates*.

Les *hydro-phtorates* se convertiront en PHTORURES lorsqu'ils seront privés d'eau.

Enfin si l'on vient à découvrir un acide formé de *phtore* et d'*oxigène*, ce qui est bien probable, ce sera l'acide *phtorique*, et les sels où il entrera seront des *phtorates*.

Le *phtore* dans l'ordre naturel doit être placé entre le *chlore* et l'*iode*.

De l'Acide Boracique ou Borique.

L'acide boracique est composé d'une base combinée avec l'oxigène.

H. Davy a donné cette base le nom de *boron*.

Les chimistes français lui ont donné celui de *bore*.

Ce bore peut se combiner avec différentes substances.

Le bore peut peut-être se combiner avec l'hydrogène et former un acide hydro-borique.

De l'Eau comme Principe des Corps.

L'eau peut entrer en combinaison avec plusieurs substances, et il se forme alors de nouveaux composés.

Les *hydro-phtorates*, par exemple, dit Ampère (*Annal. de Chim.*, etc., mai 1816, pag. 24), contiennent de l'eau et se convertiront en *phtorures*, lorsqu'ils seront privés d'eau.

Des différentes Combinaisons de l'Azote et de l'Oxigène.

Mais les principes qui composent ces acides peuvent se trouver en différentes quantités : ce sont donc de nouveaux composés. Voici des exemples des composés de l'azote et de l'oxigène, suivant Gay-Lussac (*Annal. de Chim.*, etc., avril 1816, p. 404) :

	Azote.	Oxigène.
Oxide d'azote.	100	50
Gaz nitreux	100	100
Acide pernitreux.	100	150
Acide nitreux.	100	200
Acide nitrique.	100	250

Les autres combinaisons présentent des variétés analogues. Nous ne saurions ici les rapporter toutes.

D'une nouvelle Nomenclature chimique.

Ampère, d'après tous ces faits, a proposé une nouvelle nomenclature chimique (*Annal. de Chim.*, etc., Cahier de mai 1816, pag. 24).

Le Phtore.

Nous venons de rapporter ce qu'il dit du *phtore* et de ses combinaisons (Cahier de mai 1816, pag. 24).

Le soufre, dit-il (Cahier de mai 1816, pag. 304), forme, comme l'iode et le chlore, un gaz permanent acide avec l'hydrogène : les hydro-sulfates présentent la plus grande analogie avec les hydriodates et les hydro-chlorates.

Ils se réduisent en sulfures, comme ceux-ci en iodures et en chlorures, lorsqu'ils sont insolubles, ou qu'après en avoir évaporé les dissolutions, on en dessèche les résidus à une température convenable, propriétés qui rapprochent encore plus l'iode et le chlore du soufre que l'oxigène.

De l'Acide Oxalique, ou Hydro-Carbonique.

L'acide oxalique (dit Ampère, Cahier de mars 1816, pag. 298) est, suivant Dulong, composé de gaz carbonique et d'hydrogène combinés dans le rapport de deux à un en volume : en conséquence Dulong le nomme *hydro carbonique*, conformément à la

nouvelle nomenclature; cet acide s'unit aux oxides dans une proportion telle, que le volume d'hydrogène qu'il contient est double de celui de l'oxigène de l'oxide : ensorte que, quand celui-ci n'est pas très-difficile à décomposer, il forme de l'eau, et que le gaz carbonique reste seul combiné avec le métal, comme il arrive au cyanogène, au soufre, au chlore et à l'iode, dans la formation des cyanures, des sulfures, des chlorures et des iodures.

Du Gaz Hydrogène per-carboné.

La substance huileuse découverte par des chimistes hollandais, et qu'ils nommèrent *gaz oléfiant*, est appelée aujourd'hui *gaz hydrogène per-carboné*, parce qu'on le regarde comme de l'hydrogène surchargé de carbone (*Annal. de Chim.*, etc., avril 1816, pag. 337).

La Silice, ou Acide Silicique.

Ampère considère ensuite la silice (Cahier d'avril, pag. 377). La silice, dit-il, est tellement analogue au bore qu'il est impossible de l'en séparer. Ce qu'on nomme *silice*, et qui devroit porter le nom d'*acide silicique*, appartient si évidemment à la classe des acides, que dans plusieurs pierres, ou plutôt dans plusieurs *siliciates*, la proportion de l'oxigène uni au *silicium*, est la même que celle de l'oxigène combiné avec le soufre dans les sulfates correspondans : que le feld-spath comparé à l'alun, comme l'a fait voir M. Berzelius, présente non-seulement la même proportion d'oxigène dans l'acide relativement à celui des bases, mais encore le même rapport entre ces bases, la potasse et l'alumine.

Le Verre, ou Siliciate insoluble.

Le VERRE n'est qu'un *siliciate* insoluble à l'état neutre, et à celui de sel avec excès d'acide, parce que cet acide est lui-même insoluble.

Liqueur des Cailloux, ou Siliciate soluble.

Tandis qu'un *siliciate* avec excès de base, et dont la base a une grande affinité avec l'eau, celui, par exemple, qu'on connoît sous le nom de *liqueur des cailloux*, est au contraire très-soluble et *déliquescent :* que les *siliciates* sont en tout semblables aux *borates*, lorsque ceux-ci sont formés comme eux par la voie

sèche : qu'enfin le silicium et le bore se désoxident de la même manière, par l'action simultanée du fer et du carbone, en formant avec le fer des composés pareils, et se combinant de même en produisant des gaz permanens acides avec le corps analogue à l'oxigène, au soufre, à l'iode et au chlore qui est uni à l'hydrogène dans l'acide connu sous le nom d'*acide fluorique*.

Ampère dit ensuite (avril 1816, pag. 38) : on peut diviser les corps simples en deux classes.

Dans l'une on rangera les corps susceptibles de former avec d'autres substances de la même classe, des *gaz permanens qui puissent subsister sans se décomposer*, *lorsqu'ils sont mêlés à l'air atmosphérique*.

Dans la seconde classe seront tous ceux qui ne présentent pas cette propriété.

Les Gazolites.

Il me semble, ajoute-t-il, qu'il conviendroit, pour distinguer ces deux sortes de corps, de donner aux premiers le nom de GAZOLYTES (du mot grec λυτυς, soluble), en conservant aux seconds la dénomination ordinaire de *métaux*.

« On peut faire sur d'autres qualités de corps simples, des observations semblables à celles que nous venons de faire sur les différens états de solidité, de liquidité ou de fluide élastique. La couleur, par exemple, qu'ils présentent lorsqu'ils sont purs, n'est d'aucune importance relativement à l'ordre naturel que nous cherchons à établir entre eux ; mais l'observation fait voir que lorsqu'il s'agit des métaux, on peut tirer un caractère important de la manière dont les dissolutions de ces corps dans des acides incolores agissent sur la lumière....; la fusibilité de ces métaux paroît devoir influer sur la couleur de leurs dissolutions.

» J'ai donc cru devoir former deux séries des métaux à raison de leur fusibilité.

» L'une, des métaux fusibles au-dessous de 25° du pyromètre de Wedgewood, dont les dissolutions dans des acides incolores sont *sans couleur*.

» L'autre, des métaux infusibles à cette température, qui forment avec ces acides des dissolutions *colorées*. »

Les Leucolites.

« Les métaux de la première série pourroient être nommés *leucolytes*, de λευκος, leucos blanc, clair, transparent.

Chroïcolytes.

» Les métaux de la seconde série seront nommés *chroïcolytes*, χρωεκος, croeicos, coloré. »

L'auteur détermine ensuite les genres d'après ces principes (Cahier de juin, pag. 117). « La détermination des genres, dit-il, dans une classification naturelle, doit être faite uniquement d'après l'ensemble des propriétés des corps qu'il s'agit de classer : et quelque remarquable que paroisse un caractère, on ne doit jamais lui attribuer qu'une valeur relative au nombre et à l'importance des propriétés communes à tous les corps où on l'observe ; mais après que ce travail est achevé et que les limites des genres sont définitivement fixées, il est utile en général pour fixer les idées, et indispensable dans l'étude de la science, pour que celui qui veut l'apprendre n'erre pas sans guide, d'assigner à chaque genre, un caractère distinctif, formé d'un petit nombre de propriétés communes à tous les corps qu'il renferme, et qui ne se trouvent réunies dans aucun autre corps. Il convient aussi de choisir des noms pour désigner ces genres, et éviter les circonlocutions continuelles où il faudroit recourir, si l'on se privoit de ce secours toutes les fois qu'on voudroit en parler.

Dans le choix des caractères distinctifs, j'ai préféré ceux qui étoient le plus susceptibles d'être aisément constatés par l'expérience, et énoncés d'une manière claire et précise, pensant qu'il y avoit peu d'inconvénient que ces caractères ne fussent peut-être pas toujours les plus essentiels, une fois qu'on étoit convenu de les considérer non comme le seul motif de réunir entre eux les corps de chaque genre, mais seulement comme le moyen de donner une idée juste des limites de ces genres, et qu'on se réservoit d'ailleurs la liberté de les modifier, si l'on venoit à découvrir de nouveaux corps.

A l'égard des noms génériques, il m'a semblé qu'on ne pouvoit les tirer que des noms des espèces les plus remarquables, en choisissant de préférence dans chaque genre, celle qui en présentoit les propriétés au plus haut degré, ou qui étoit le plus généralement connue, ou enfin, pour que ces noms fussent plus faciles à former et à distinguer de ceux des espèces, celle qui a un nom dans la langue grecque, en le substituant alors au nom dont on se sert en français pour la désigner.

Le bore et le silicium n'étant découverts que depuis peu, ne peuvent

peuvent avoir de nom tiré de la langue grecque. Le premier étant le plus facile à obtenir, et celui dont le nom se prête le mieux à un changement de terminaison propre à distinguer les noms génériques des spécifiques, il paroît convenable de les nommer *borides*.

Dans le genre suivant se trouve le carbone dont le nom grec est ἄνθραξ, anthrox, le carbone et l'hydrogène seront donc des *anthracites*.

Le soufre portoit dans la même langue le nom de théon, θεῖον; il formera donc, avec l'azote et l'oxigène, le genre des *thionides*.

Tous les corps du genre suivant n'ont été connus que des modernes : le chlore, découvert le premier, le plus généralement répandu et le plus facile à obtenir, doit naturellement donner son nom aux *chlorides*.

Le mot arsenic est tiré du grec ἀρσενικὸν, arsenicon, qui, dans l'origine, étoit le nom de l'orpiment; ainsi le genre des *arsenides* comprendra le tellure, le phosphore et l'arsenic.

Du mot κασσίτερος, cassiteros, qui est le nom de l'étain, se forme celui de *cassiterides*, pour désigner l'antimoine, l'étain et le zinc.

Du nom de l'argent, ἄργυρος, argyros, on peut former de même celui d'*argyrides*, pour le bismuth, le mercure, l'argent et le plomb.

De τέφρα, τέφρας, tephras, cendre, et ἅλς, ἅλος, alos, sel, j'ai cru pouvoir faire le mot τεφραλς, tephrals, sel de cendre, pour désigner la soude et la potasse, et j'en ai déduit le nom de *téphralides*, pour leurs radicaux métallides.

La chaux étant de tous les oxides des métaux du genre suivant, le plus anciennement connu et le plus généralement répandu dans la nature, on doit en tirer le nom de ce genre; mais le mot grec appliqué à cet alcali, ayant déjà servi à former celui de gypse, consacré par un ancien usage, il a fallu recourir au nom latin. D'après cela, je comprendrai sous le nom de *calcides* le barium, le strontium, le calcium et le magnésium.

J'ai formé le nom de *zirconides* pour l'yttrium, le glucynium, l'aluminium et le zirconium.

Le nom de manganèse étant peu propre à changer de terminaison, et le genre auquel appartient ce métal ne contenant que

deux corps, j'ai dû donner le nom de *cérides* au cérium et au manganèse.

Dans le genre suivant se trouve le fer, qui portoit, en grec, le nom de σίδηρος, sideros; celui de *sidérides* désignera par conséquent l'urane, le cobalt, le fer, le nickel et le cuivre.

Celui de *chrysides*, dérivé de χρυσὸς, chryses, or, s'appliquera de même au palladium, au platine, à l'or, à l'iridium, au rhodium.

Enfin le genre *titanides* comprendra l'osmium et le titane.

Celui de *chromides* comprendra la tungstène, le chrome, le molybdène et le colombium.

« Je n'ai pas besoin d'observer que la terminaison en *ide* de tous ces noms n'est qu'une abréviation de *oïde*, et que *borides*, par exemple, signifie *corps semblables au bore*. C'est ainsi que les auteurs de la nouvelle nomenclature généralement adoptée, ont dit *oxide*, au lieu de *oxoïde*, pour désigner les corps analogues à un acide, ὀξὺς, oxis, par leur composition. »

Il me resteroit maintenant à examiner successivement les propriétés communes à tous les corps dont se compose chaque genre, pour choisir parmi ces propriétés, celles qui sont les plus propres à en être considérées comme le caractère distinctif; mais les détails de cet examen seront facilement suppléés par le lecteur, et je me bornerai en conséquence à exposer, dans le tableau suivant, les caractères que j'ai adoptés comme les plus simples, en y joignant une courte indication de quelques autres propriétés remarquables, communes à tous les corps compris dans chaque genre.

I. GAZOLYTES.

Le caractère distinctif de ces corps est de former, par leur combinaison mutuelle, des gaz permanens, qui peuvent subsister en contact avec l'air.

1. BORIDES. *Corps qui forment avec le phtore des gaz permanens acides.*

Ces corps produisent, en s'unissant à l'oxigène, des composés solides qui rougissent foiblement ou n'altèrent point les couleurs bleues végétales, suivant qu'ils sont peu solubles ou presqu'entièrement insolubles (1) dans l'eau : ces composés sont de véri-

(1) L'eau dissout une petite quantité d'acide silicique, d'après les expériences de M. Barruel.

fables acides, susceptibles de neutraliser les bases salifiables les plus alcalines ; les combinaisons qu'ils forment avec elles par la voie sèche, sont des sels vitreux, parmi lesquels on doit compter le verre lui-même et les composés si abondamment répandus dans la nature, qu'on nomme *pierres siliceuses.*

2. ANTHRACIDES. *Corps qui se combinent avec un des élémens de l'air, lorsqu'on les y expose à une température suffisante, et qui forment avec l'autre des gaz permanens.*

Les anthracides constituent toute la partie combustible des composés organiques.

3. THIONIDES. *Corps susceptibles de s'unir aux deux corps simples du genre précédent, et de former avec eux des composés gazeux et très-volatils.*

Les thionides sont jusqu'à présent les seuls corps qui forment avec d'autres substances des composés binaires alcalins.

4. CHLORIDES. *Corps inaltérables à l'air, à quelque température qu'on les y expose, formant avec l'hydrogène des composés acides gazeux ou très-volatils.*

Les chlorides ne paroissent pas susceptibles de se combiner avec le carbone; ils s'unissent aux métaux avec une grande énergie, et forment des composés binaires neutres, même avec ceux dont les combinaisons avec l'oxigène sont le plus fortement alcalines.

5. ARSÉNIDES. *Corps qui s'oxident à l'air quand on les y expose à une température suffisante, qui forment avec l'oxigène des composés solides et des gaz permanens avec l'hydrogène.*

Le premier et le troisième de ces corps forment aussi avec l'hydrogène des composés solides, et se rapprochent beaucoup des métaux par leurs propriétés physiques. Le second s'en rapproche aussi en ce qu'il est le seul gazolyte ductile; mais il s'en éloigne par sa transparence et la propriété d'isoler le fluide électrique. Ils sont tous trois volatils.

II. LEUCOLYTES.

Ces corps ne forment des gaz permanens avec aucun autre. Ils sont fusibles au-dessous de 25° du pyromètre de Wedge-

wood, et ne donnent en se dissolvant dans les acides sans couleur, que des dissolutions incolores.

6. Cassitérides. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène sont décomposées par le carbone, et ne peuvent l'être par l'iode.*

Ils forment avec le chlore des combinaisons volatiles au-dessous de la température rouge, qu'on doit regarder comme de véritables acides; on doit considérer comme tels les peroxides de deux d'entre eux, et l'oxide du troisième est un de ceux qui ont plus de tendance à s'unir aux alcalis.

7. Argyrides. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène sont décomposées par l'iode et par l'hydrogène.*

Trois de ces corps forment avec l'oxigène des composés qui verdissent les couleurs bleues végétales employées pour reconnoître l'alcalinité, propriété qu'on n'observe que dans des corps appartenant à ce genre et aux deux suivans.

8. Téphralides. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène sont décomposées par l'iode et non par l'hydrogène.*

Ces combinaisons sont très-solubles dans l'eau et l'alcool, verdissent les couleurs dont nous venons de parler, se décomposent par le fer à une haute température, saturent complètement les acides, et forment avec les huiles des savons solubles. Les téphralides sont plus légers que l'eau, qu'ils décomposent subitement à la température ordinaire, et forment avec l'eau et l'hydrogène des composés solides.

9. Calcides. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène ne sont décomposées ni par le charbon, ni par l'iode, mais qui le sont par le chlore.*

Ces combinaisons sont bien moins solubles dans l'eau que les oxides des métaux du genre précédent; l'une d'elles ne l'est même pas sensiblement. Elles verdissent fortement les couleurs bleues, à l'exception de cette dernière qui ne les altère presque pas. Elles saturent complètement les acides, forment avec les huiles des savons insolubles, et sont, d'après les expériences de sir H. Davy, réductibles par le potassium.

10. ZIRCONIDES. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène ne sont décomposées ni par le chlore, ni par l'iode, ni par le carbone.*

Ces combinaisons ne forment point de sels neutres avec les acides puissans, si ce n'est peut-être quelques sous-sels insolubles (1), et ne verdissent point les couleurs bleues végétales.

III. CHROÏCOLYTES.

Ces corps ne forment des gaz permanens avec aucun autre, ils ne sont fusibles qu'au-dessous de 25° du pyromètre de Wedgewood. Lorsque leurs oxides sont solubles dans les acides, ils forment avec eux, du moins à certains degrés d'oxidation, des dissolutions colorées; lorsqu'ils ne le sont pas, leur inflexibilité les distingue suffisamment des leucolytes.

11. CÉRIDES. *Corps dont les protoxides forment avec les acides incolores des dissolutions sans couleur, et les oxides supérieurs des dissolutions colorées dont les protoxides donnent du chlore avec l'acide hydro-chlorique liquide.*

Ces corps à l'état de pureté, sont cassans et infusibles à la température où le fer se liquéfie.

12. SYDÉRIDES. *Corps dont les combinaisons avec l'oxigène se dissolvent dans les acides à l'état de pureté, et ne forment avec eux que des dissolutions colorées, pourvu qu'elles soient assez concentrées, dont les peroxides ne présentent point les propriétés des acides.*

Aucun de ces corps n'est complètement infusible; mais la plupart, et surtout l'urane, qui se rapproche le plus du genre précédent, sont très-difficiles à fondre. A l'exception de ce dernier, ils forment tous des sels doubles avec l'ammoniaque; le nickel en fait aussi avec la soude et la potasse, et le fer avec le dernier alcali.

13. CHRYSIDES. *Seuls métaux inaltérables à l'air, à quelque température qu'on les y expose.*

Les chrysides forment tous des sels doubles avec la potasse et la soude; la plupart en font aussi avec l'ammoniaque.

(1) Par exemple, le sous-sulfate d'alumine trouvé en Angleterre.

14. Titanides. *Corps infusibles, dont les combinaisons avec l'oxigène ne se dissolvent point à l'état de pureté dans les acides, et ne forment point les alcalis purs des composés qu'on puisse regarder comme de véritables sels.*

Les deux corps dont ce genre se compose, s'oxident de même lorsqu'on les fond avec la potasse. Le produit de cette opération est entièrement soluble dans l'acide hydro-chlorique ; ce qui semble indiquer la formation d'une de ces combinaisons qu'on nomme *muriates doubles;* mais il faudroit de nouvelles expériences pour que l'on pût prononcer avec certitude sur la nature des dissolutions qu'on obtient.

15. Chromides. *Corps infusibles à la température où le fer se liquéfie, acidifiables par l'oxigène.*

A un moindre degré d'oxigénation ces métaux, à l'exception du colombium, forment des oxides bleus ou verts; ce dernier, qui appartient au chrome, paroît être le seul qui se dissolve bien dans les acides. »

. . . .

Je n'entrerai point dans de plus grands détails sur ces nouvelles manières d'envisager la science....

J'ai cependant cru en devoir donner une idée à nos lecteurs, sans me permettre aucune réflexion.

MÉMOIRE
SUR LES SUBSTANCES MINÉRALES
DITES *EN MASSE*;

Qui entrent dans la composition des Roches Volcaniques de tous les âges;

PAR P. LOUIS CORDIER.

Lu à l'Académie Royale des Sciences, dans les Séances des 16 et 30 octobre et 6 novembre 1815.

CHAPITRE PREMIER.

Objet du Mémoire.

L'ÉTAT de nos connoissances sur les roches volcaniques laisse beaucoup à desirer, quoiqu'il y ait près d'un demi siècle qu'on s'occupe de leur étude. On sait que l'origine d'une grande partie de ces roches est encore contestée ou niée par un certain nombre de minéralogistes habiles; il est à remarquer que ce sont précisément celles dont on a jusqu'à présent étudié avec plus de soin le gisement et les caractères extérieurs; au contraire, les roches volcaniques d'origine incontestable ont été en général décrites avec bien moins de précision, non-seulement sous le point de vue des caractères extérieurs, mais encore sous le rapport du gisement et sous celui des singulières altérations qu'elles éprouvent à la longue. Nous n'avons guère que des reconnoissances plus ou moins bien faites, et des résumés généraux d'observation plus ou moins heureux, relativement à la constitution des terrains formés par les volcans brûlans ou éteints; tandis qu'il existe des monographies à peu près complètes d'un

assez grand nombre de localités classiques, occupées par des roches volcaniques contestées.

Plusieurs circonstances particulières ont contribué à donner à la science cette direction, tout-à-fait inverse de celle qu'il eût fallu prendre du moment qu'une controverse à pu s'établir. Parmi les plus remarquables, il faut citer l'exactitude du langage géologique adopté depuis long-temps dans les contrées du nord de l'Europe où il existe de nombreux lambeaux de terrains volcaniques qui ne conservent presqu'aucunes traces accessoires de leur origine; la multiplicité des observations dont ces lambeaux ont été l'objet; la facilité de leur étude, à raison de ce que l'antique morcellement du sol dont ils font partie, en a mis la structure à découvert; l'éloignement où sont les volcans brûlans ou éteints des bonnes écoles de minéralogie et de géologie; l'impossibilité d'étudier l'intérieur des courans de lave modernes et des couches accompagnantes, lorsque les travaux des hommes, les eaux courantes ou les tremblemens de terre n'en ont pas entamé ou sillonné quelques portions; l'influence des hypothèses inventées pour rapporter la formation des terrains primitifs et des terrains subséquens, à une origine dite aqueuse; l'attrait des explications anticipées, dont il est si difficile de se défendre dans les sujets géologiques; enfin l'empire des préjugés vulgaires, conçus à l'égard des phénomènes volcaniques, antérieurement à toute bonne observation; préjugés facilement admis par tous les savans dans le premier âge de la science, partagés successivement par la plupart des minéralogistes du nord, accrédités en particulier par Wallerius et Bergmann, dominant encore actuellement une infinité de gens instruits, et qui consistent à croire que les feux souterrains ressemblent, aux dimensions près, aux feux de nos fourneaux ou à ceux des exploitations de houille incendiées, et que leurs produits ne sauroient être et ne sont rien autre chose que des mélanges indéfinis de fer, de soufre, de bitumes et de roches diverses, réduits en verres, en frittes, en scories ou en cendres.

Il faut convenir que l'aspect des scories qui hérissent la surface de toute assise de lave récente, n'est guère propre à donner l'idée de la contexture si parfaitement pierreuse, si parfaitement porphyrique, que la matière incandescente prend presque toujours à l'intérieur des courans, en se coagulant. Ce beau et inexplicable phénomène, mis originairement en évidence par Dolomieu, consacré si heureusement par M. Haüy à l'aide de la

la dénomination de *lave lithoïde*, et complètement démontré de nos jours par le témoignage unanime des observateurs, ne sauroit être facilement admis par les minéralogistes qui n'ont jamais eu sous les yeux que des collections anciennes et mal faites, de roches volcaniques incontestables, ou qui ne veulent croire qu'aux produits volcaniques tout-à-fait modernes qu'ils se procurent, dans l'espoir d'en faire des termes authentiques de comparaison. Il est suffisamment reconnu maintenant, que les collections qu'on recueille et qu'on expédie au loin, après toute éruption récente, ne se composent et ne peuvent se composer que de scories superficielles ramassées autour des cratères ou sur les courans; définir les laves modernes d'après de semblables collections, c'est juger d'une liqueur par son écume, ou d'un métal par son oxide. J'insiste sur cet obstacle, parce qu'il a contribué plus que tout autre à mettre en défaut de très-bons esprits, et que son influence ne sera probablement vaincue qu'à la longue.

Beaucoup d'observateurs se sont occupés dans ces derniers temps de remplir les lacunes de la science, soit en lui fournissant des matériaux neufs, soit en perfectionnant ceux déjà recueillis et mis en œuvre. On connoît particulièrement les immenses observations de M. de Humboldt, celles de MM. Fleuriau de Bellevue, Breislack, Delaizert, Daubuisson et de Buch, les descriptions plus récentes de M. Menard de la Groye, et le beau et utile travail des nivellemens barométriques de M. Ramond. La majeure partie de ces travaux concourent à étendre prodigieusement le domaine volcanique; ils diffèrent en même temps sur quelques points essentiels. Au total, les résultats n'en ont encore été dépouillés, comparés et fondus avec les observations plus anciennes, dans aucun Traité susceptible de devenir classique; ensorte que dans l'état actuel de nos connoissances, on peut dire que parmi les solutions variées du problème qui a rapport aux matières volcaniques de tous les âges, aucune n'a généralement reçu la sanction de tout ce qui fait autorité dans la science; ce qui signifie en d'autres termes, qu'on n'a point encore pris en considération tous les élémens du problème, ou bien, qu'on ne les a point exactement définis.

La difficulté de parvenir à une solution marquée au degré d'évidence que le sujet peut comporter, et propre à satisfaire tous les bons esprits, a été jusqu'ici singulièrement augmentée et compliquée par l'incertitude où l'on est encore sur la nature

des substances minérales non cristallisées, qui, sous forme de différentes pâtes, jouent le principal rôle dans la composition des roches volcaniques de tous les âges.

Ces substances non cristallisées, considérées sous le simple point de vue minéralogique, indépendamment de leur origine, de leur gisement et des fonctions essentielles qu'elles remplissent dans les roches dont elles font partie, sont bien loin d'avoir été rigoureusement définies et spécifiées. Les différens modes de structure vitreuse, scorifiée, compacte, terreuse, friable ou pulvérulente, sous lesquels elles se présentent, ne laissant aucune prise aux caractères certains dont la Minéralogie dispose pour déterminer l'espèce des minéraux cristallisés ou cristallisables, leur étude a été restreinte à l'examen des caractères extérieurs ou empiriques, et les résultats ont été nécessairement interprétés d'une manière arbitraire. De là, les doubles emplois fréquens, les oppositions frappantes et les omissions graves qu'on trouve en comparant la plupart des méthodes, dans lesquelles on a entendu classer, dénommer et décrire ces substances.

L'analyse chimique fréquemment consultée à leur égard, a fourni des indications utiles, mais dont la valeur ne pouvoit être absolue, comme lorsqu'on opère sur des minéraux cristallisés ou bien sur des minéraux agrégés en masse, dont la composition chimique est simple. On n'a dû tirer presqu'aucune conclusion directe de la composition des substances dont il s'agit, car elles renferment des principes constituans nombreux, dont les proportions sont variables.

Frappé des imperfections radicales que je viens de signaler dans la Minéralogie des volcans, j'ai entrepris de chercher les moyens de suppléer à l'insuffisance des notions fournies par l'analyse, au peu de précision des caractères extérieurs et au vague des aperçus indiqués par les caractères empiriques. Mes premières tentatives datent de plusieurs années; j'avoue que je n'ai pas été d'abord maître du sujet; la nature et la multiplicité de mes recherches ont ensuite exigé beaucoup de temps; c'est à la longue seulement que j'ai vu se réaliser l'espérance que j'avois conçue d'arriver, non-seulement à une classification vraiment rationnelle, et à une nomenclature plus sûrement motivée, mais encore à des définitions rigoureuses de la nature des différentes substances dont il s'agit, et à des applications géologiques importantes.

Le plan de mon travail embrasse la totalité des substances

soit vitreuses, soit scorifiées, soit lithoïdes compactes, terreuses, friables ou pulvérulentes qui servent de pâte ou de base (*haupt masse*) aux roches volcaniques de tous les âges : devant en parler souvent d'une manière collective, je les désignerai indifféremment sous les dénominations génériques de *bases indéterminées*, *pâtes indéterminées;* à moins que je n'avertisse du contraire, je les considérerai constamment dans ce qu'elles sont en elles-mêmes, abstraction faite des cristaux ou grains cristallins amorphes qu'elles renferment ordinairement, indépendamment de leur fréquente porosité, et sans avoir égard aux fragmens divers que quelques-unes enveloppent presque toujours.

Pour qu'on puisse se faire une idée des secours que j'ai trouvés dans l'état de la science, je vais rappeler en peu de mots comment on a envisagé les différentes bases volcaniques indéterminées dans les ouvrages les plus modernes.

Elles n'ont point obtenu de place dans la série des espèces minéralogiques adoptées par M. Haüy, excepté une seule qu'on trouve réunie au feld-spath, sous la définition de feld-spath compact sonore. Les autres, distinguées d'après le système de Dolomieu, ont été regardées comme des mélanges indiscernables et variés, qu'il n'étoit pas possible de spécifier, et rejetées dans une distribution purement géologique; elles s'y présentent sous les dénominations génériques de lave basaltique uniforme, lave vitreuse uniforme, scorie uniforme, thermantide tripoléenne, thermantide pulvérulente et tuf volcanique uniforme, en tout sept substances différentes; il est à remarquer que cette division est censée comprendre les pâtes indéterminées de presque toutes les roches des formations trappéennes de M. Werner et de son école. M. Haüy indique d'ailleurs que les laves basaltiques ont beaucoup de rapport avec les cornéennes des terrains primitifs. On sait que Dolomieu pensoit que les cornéennes et les trapps, nommés autrement par lui *pierres argilo-ferrugineuses*, étoient composés d'élémens divers parmi lesquels l'amphibole en masse dominoit, en imprimant aux mélanges quelques-uns de ses caractères les plus saillans, et que ces cornéennes et ces trapps, remaniés par les agens souterrains, servoient d'aliment aux éruptions basaltiques; en vertu de considérations analogues, il pensoit aussi que les laves pétro-siliceuses, les laves vitreuses et les pierres ponces provenoient de la fusion des roches primordiales abondantes de feld-spath; il n'a, du reste, assigné que des caractères extérieurs ou empiriques pour base de sa méthode, et M. Haüy n'a pas été plus loin.

M. Werner, parti originairement de la supposition que les phénomènes volcaniques sont dus à la combustion de certaines couches de houille, et que le foyer en est placé à très-peu de profondeur, supposition qu'il professe encore, a réduit les terrains formés par les volcans, aux produits des éruptions historiques. Les roches des éruptions fournies par les volcans brûlans antérieurement aux temps historiques, celles des volcans éteints incontestables, celles des terrains plus anciens dont les immenses lambeaux conservent presque partout des traces de volcanicité, ont été rangées en très-grande partie par le célèbre professeur de Freyberg, dans les terrains secondaires, sous le titre de formation trappéenne stratiforme; il a classé les autres, soit parmi les roches dites *intermédiaires*, soit parmi les roches primitives.

Les bases indéterminées de ces trois formations qui appartiennent, ou qu'on peut avec fondement soupçonner d'appartenir aux terrains volcaniques, sont au nombre de dix, savoir : 1º l'obsidienne, le perlstein, le pechstein (en partie) et la ponce, que M. Werner a distingués comme espèces minéralogiques et qu'il a placés entre les quartz et les zéolites; 2º le basalte, le klingstein, la wacke (en partie), le thonstein (en partie), qu'il classe aussi comme espèces entre les argiles et l'amphibole; 3º enfin la base du graustein, celle du tuf basaltique et celle des amygdaloïdes qu'il a rejetées dans la distribution géologique comme masses présumées de mélange. Les bases indéterminées des roches volcaniques que M. Werner regarde comme avérées, sont au nombre de trois seulement, savoir : d'une part, la lave homogène élevée au rang d'espèce minéralogique, et de l'autre, la pâte des scories et celle des tufs volcaniques, considérées seulement comme des mélanges qui appartiennent à la distribution géologique; au total, quatorze substances différentes.

Il entre essentiellement dans mon sujet, de faire remarquer ici que le système des formations trappéennes de M. Werner, repose en partie sur une hypothèse que je crois avoir bien affoiblie par trois faits positifs, publiés depuis long-temps. M. Werner partageant l'opinion commune des minéralogistes, à l'égard des trapps et des cornéennes avérés, qu'on trouve dans les terrains intermédiaires primitifs, savoir, que ces pierres ont pour élémens indiscernables de l'amphibole en masse, mélangé de feld-spath et, selon beaucoup, d'argile ferrugineuse, M. Werner, dis-je, a posé en principe qu'il en étoit de même des roches volcaniques dont il méconnoît l'origine. Il s'est appuyé, ainsi que les miné-

ralogistes de son école (1), sur certaines analogies entre les caractères extérieurs ou empiriques, et notamment, 1° sur l'abondance des cristaux ou grains d'amphibole empâtés dans les basaltes et les wackes; 2° sur la transition du grünstein (ou diorite) au basalte, transition reconnue à la montagne du Meisner, par un grand nombre d'observateurs; 3° enfin sur la présence d'une grande quantité de fer magnétique dans toutes les roches de ses formations trappéennes.

La première de ces analogies est fondée sur une méprise qu'il m'a suffi d'annoncer dans le temps, pour la faire reconnoître par la plupart des minéralogistes. On s'est facilement convaincu que les cristaux ou grains disséminés dans les basaltes et les wackes de tous les âges, et regardés jusqu'alors comme de l'amphibole, étoient au contraire du pyroxène, et que l'amphibole ne se rencontroit presque jamais que dans les laves feld-spathiques de tous les âges, où son rôle est très-restreint.

La seconde analogie n'est pas plus exacte que la première, depuis que j'ai trouvé que la roche granitiforme du Meisner n'étoit point un grünstein (ou diorite), mais un granitelle d'une composition toute particulière, et formé de feld-spath, de pyroxène et de fer titané. M. Haüy en fait maintenant une roche volcanique distincte, sous le nom de *minose*.

Enfin j'ai démontré que toutes les roches volcaniques soit incontestables, soit contestées, renferment une quantité plus ou moins considérable de fer titané disséminé (2), et je rapporterai dans le cours de ce Mémoire, quelques expériences qui confirment ce qu'on a reconnu depuis long-temps à l'égard des roches trappéennes proprement dites et avérées, savoir, qu'elles ne contiennent que du fer sulfuré et du fer oxidulé.

Karsten a beaucoup modifié les classifications de M. Werner, il admet les mêmes espèces minéralogiques, à l'exception de l'espèce lave qu'il reporte dans la distribution purement géologique. Il admet l'existence d'un beaucoup plus grand nombre de roches

---

(1) M. Daubuisson en développant très-habilement cette opinion dans son Mémoire sur les basaltes de la Saxe, a essayé de la fortifier par des considérations ingénieuses, fondées sur les résultats de l'analyse chimique.

(2) *Voyez* mes descriptions et analyses des sables ferrugineux volcaniques, *Journal des Mines*, n° 124, et mes expériences sur la manière d'être du fer titané dans les roches volcaniques, *Journal des Mines*, n° 133.

volcaniques, mais il considère les bases comme des mélanges de fusion, provenant des roches trappéennes remaniées par les agens souterrains. Il distingue ces bases en pâte basaltique, pâte de hornstein, scorie, verre volcanique, domite, cendre volcanique et pâte des tufs volcaniques; au total, quinze substances différentes.

Les distinctions admises par M. Faujas de Saint-Fond, rentrent dans celles établies par Dolomieu et M. Haüy. Il considère les bases volcaniques indéterminées, comme mélangées d'élémens empruntés aux différentes roches primitives qui ont servi d'aliment à la fusion; il ne les a classées que sous le point de vue géologique.

M. Delamétherie n'a extrait des substances indéterminées que trois espèces minéralogiques qui sont, le pétro-silex, la wacke et la théphrine. Il a formé du reste vingt genres purement géologiques, qu'il définit comme des produits dus à la fusion, non-seulement de différentes roches primitives, mais encore à celle des schistes argilo-pyriteux. Il estime que l'observation fera découvrir un plus grand nombre de ces bases.

M. Brongniart a formé des substances qui nous occupent, sept espèces minéralogiques, savoir : la ponce, l'obsidienne, le rétinite (en partie), le pétrosilex (en partie), masses qu'il regarde comme homogènes; le basalte, qu'il croit à base d'amphibole mêlé de feld-spath; l'argilolite (en partie) et la wacke (en partie), qu'il considère comme des mélanges indéterminés. Il classe le reste en quatre espèces géologiques non-définies, qui sont, la domite, la lave basaltique uniforme, la lave théphrinique uniforme; la lave scoriacée uniforme, ce qui donne onze substances différentes.

La plupart des observateurs, et en particulier M. Ramond, semblent avoir craint d'augmenter la confusion de la science, et se sont contentés d'employer dans la pratique, les distinctions établies par M. Haüy ou par M. Werner, sans en discuter les principes; M. de Humboldt y a seulement ajouté le tuf boueux moderne, dit moya.

On voit par le tableau que je viens de tracer, que parmi les différentes bases volcaniques indéterminées, une seule paroît devoir appartenir à la variété compacte d'une véritable espèce minéralogique, connue depuis long-temps sous forme cristallisée, c'est-à-dire le feld-spath; que plusieurs autres, quoique préjugées homogènes, ne peuvent être rapportées comme variétés com-

pactes, à aucune des espèces cristallisées déjà connues; enfin, que la plupart passent pour être des mélanges à parties ndiscernables, qu'on n'a point définies, ou dont presque tous les auteurs ont préjugé la nature d'une manière plus ou moins arbitraire.

D'après cet exposé, il pourra paroître étonnant qu'on n'ait pas tenté plutôt quelques recherches du genre de celles dont je vais rendre compte; mais il faut savoir que la science n'est guère plus avancée à l'égard de la plupart des substances compactes ou terreuses non volcaniques, qui jouent un si grand rôle dans les terrains primitifs, secondaires ou de troisième formation; on peut dire qu'elles réclament l'intervention de l'expérience presqu'aussi impérieusement que celles qui sont du ressort de la minéralogie des volcans.

Tels sont, au reste, mes points de départ; les ayant bien reconnus, je rends la route que j'ai suivie, plus facile à parcourir; on concevra aisément comment j'ai été conduit à subordonner tout mon travail à la solution d'une seule question dont voici les termes : *Les pâtes volcaniques indéterminées sont-elles mécaniquement composées, et en cas de composition mécanique appréciable, quels sont les élémens minéralogiques composans?* Ne pouvant espérer de résoudre cette question bien simple en apparence, mais tout-à-fait générale et fondamentale, en employant les moyens ordinaires d'étude et d'expérience que fournit la Minéralogie, j'ai dû en imaginer d'autres; je vais exposer ces nouveaux moyens, je détaillerai ensuite les applications et les résultats.

CHAPITRE SECOND.

Nature des Recherches faites sur les Pâtes ou Bases indéterminées qui entrent dans la composition des Roches volcaniques. — Expériences préliminaires. — Choix des Echantillons.

Mes premières tentatives pour obliger les différentes substances dont il s'agit, à manifester leur texture intime, ont eu peu de succès; je n'en ai tiré d'autre fruit que des indices encourageans et la découverte du fer titané. Après avoir inutilement mis en œuvre différens modes de calcination et différens agens chimiques, j'ai soumis ces substances au microscope, et

j'en ai essayé les particules au feu du chalumeau par la méthode de Saussure ; dès-lors des résultats satisfaisans se sont présentés d'eux-mêmes.

Il n'est pas facile d'observer au microscope la contexture des minéraux agrégés en masse. Nous aurions sans doute quelques bonnes observations de ce genre, si les difficultés n'avoient arrêté au début les minéralogistes qui ont pu faire des tentatives. Le chevalier Gioenni et plusieurs autres savans à Naples, ont, à des époques diverses, soumis les cendres du Vésuve au microscope, mais sans aucun fruit pour la science. Saussure l'a employé non-seulement à déterminer très-ingénieusement des angles de cristaux, mais encore à apprécier des résultats de fusion sur le filet de saparre. Je ne sache pas qu'il ait été fait d'autres applications de l'instrument à la Minéralogie. Quoi qu'il en soit, voici les conditions qui m'ont le mieux réussi et à l'aide desquelles j'ai opéré.

J'ai, autant que possible, sacrifié le grossissement des objets à leur netteté ; il s'est heureusement rencontré que j'ai pu remplir presque toujours le but de mes recherches, en faisant usage d'appareils grandissant seulement 13 fois ou 20 fois les diamètres. Il en est résulté que j'ai pu employer des lentilles peu fortes, et jouir ainsi d'un très-grand champ et de toute l'intensité de la lumière directe. J'ai reconnu que cette lumière directe devoit être la plus forte possible, et qu'il falloit au contraire que l'éclairage obtenu artificiellement, à l'aide des miroirs inférieurs, fût communément très-foible. En conséquence j'ai peu employé le miroir convexe; je me suis ordinairement servi du miroir plan en lui donnant les inclinaisons propres à modérer l'intensité de la réflexion ; souvent je l'ai remplacé par un disque de papier blanc, ou par un disque de cuivre jaune dont la surface étoit simplement doucie.

Les substances que j'avois à essayer étoient, les unes solides, les autres tendres, friables ou pulvérulentes; pour observer les premiers, il m'a suffi d'en détacher de très-minces éclats et de les exposer sur le disque de verre servant de porte-objet, soit entiers, soit légèrement concassés, soit réduits par la simple pression en poudre plus ou moins fine. A l'égard des secondes, je n'ai souvent pu obtenir de résultats exacts, qu'en les délayant dans l'eau et en classant les particules suivant les grosseurs, à l'aide de lotions, de décantations et de dessications. Ce procédé qui m'a été suggéré par les opérations du lavage en grand, pratiqué dans

dans les mines à l'égard des minérais pauvres, et qui est fort long, peut aussi être utilement appliqué aux matières volcaniques solides, après qu'on les a pulvérisées convenablement. De quelque manière, au reste, que l'on prépare les objets, il est indispensable de les étudier sous leurs différens aspects; on remplit ce but en faisant fréquemment tourner sur son centre le disque de verre servant de porte-objet. Je n'entrerai pas dans de plus grands détails, parce que je crois que les indications que je viens de donner suffiront aux minéralogistes qui connoissent l'usage du microscope; quant à ceux qui ne se sont jamais servi de cet instrument délicat, je ne puis que les renvoyer à son étude.

J'ai tiré les plus grands secours, et je ne saurois trop faire l'éloge de la méthode de Saussure, pour déterminer les conditions de la fusion des minéraux à l'aide du chalumeau. Cette méthode, inventée il y a trente ans (1), est restée sans usage et presque dans l'oubli, sans doute parce qu'on s'en est exagéré la difficulté; elle m'a paru d'un emploi beaucoup plus facile qu'on pourroit le croire au premier aperçu : on est bien dédommagé d'ailleurs des soins qu'elle exige, par l'exactitude des résultats; sa méthode consiste principalement à fixer à l'extrémité d'un très-mince filet de disthène (ou saparre), et à l'aide d'eau légèrement gommée, de très-petits fragmens du minéral à essayer, à les chauffer brusquement pour les souder au support, et à les fondre sans addition d'aucune substance étrangère. On se sert du chalumeau ordinaire et de la flamme d'une forte bougie. Le vent est donné par un soufflet à jeu continu, ou bien tout uniment par le souffle de l'observateur. Les phénomènes de la fusion sont examinés au microscope. Le diamètre des plus gros globules qu'on puisse obtenir en fondant, soit un seul fragment, soit plusieurs fragmens de même métal réunis, sert, à l'aide de considérations assez délicates, à déterminer approximativement le rapport de fusibilité exprimé en degrés du pyromètre de Wedgwood. La règle est d'employer la simple raison inverse des diamètres, préalablement augmentés d'un tiers.

(1) On trouve sa description dans un beau Mémoire de Saussure inséré au *Journal de Physique*, tome XLV, année 1794. Ce Mémoire, fruit d'un très-long travail, ne contient cependant que l'essai de 134 variétés de substances minérales; Saussure le termine ainsi : « Ceux qui auront la curiosité de répéter » ces épreuves, verront qu'elles exigent tant de patience et qu'elles fatiguent » si fort les yeux, que si l'on doit s'étonner de quelque chose, c'est plutôt de » ce que j'ai fait, que de ce qui reste à faire. »

Cette méthode, qui dispose de la chaleur la plus violente que l'art puisse produire, ne s'applique pas seulement à l'examen des minéraux chauffés isolément, elle m'a servi à constater leur action réciproque quand on les traite simultanément. Voici comme il faut alors procéder : on prépare d'abord chaque substance séparément; à cet effet on pulvérise; on place la poudre à l'extrémité d'une plaque de verre; puis on frappe l'autre extrémité de la plaque de verre en l'inclinant. Les parties les plus grossières tombent, mais le reste de la poudre s'étend et se classe d'après les volumes. On choisit approximativement, à l'aide du micromètre, le degré de ténuité jugé convenable, et on recueille avec un pinceau la poudre ainsi lotie. Pour faire les essais, il faut employer des poudres dont les particules ont des volumes à peu près égaux. On détermine préliminairement la fusibilité absolue de chaque espèce de poudre; ensuite on fait le mélange proposé; on prend successivement de petites quantités de ce mélange sur le filet de disthène et on détermine les effets des différens coups de feu.

Ces données posées, je ferai remarquer qu'il ne se présentoit que deux suppositions à former relativement à la composition mécanique des pâtes volcaniques indéterminées.

Elles pouvoient se trouver douées d'un tissu égal et continu, formé par l'agrégation la plus intime, de particules indiscernables au plus fort appareil microscopique, et conserver par conséquent en petit, l'aspect uniforme des masses vues à l'œil nu.

Ou bien elles pouvoient offrir un tissu formé de particules distinctes soit de la même nature, soit de nature différente.

Or les deux cas se sont effectivement présentés.

Dans le premier, mes expériences ont aisément fourni une réponse directe et absolue.

Dans le second, il paroîtra sans doute que la difficulté de déterminer la nature des particules composantes, a dû être très-grande. Voici comment je crois être parvenu à vaincre la difficulté.

J'ai considéré qu'il n'étoit guère probable que ces particules discernables appartinssent à des minéraux inconnus; que toutes les analogies portoient à présumer qu'elles devoient appartenir aux espèces minérales cristallisées qu'on trouve abondamment dans les roches volcaniques, plutôt qu'aux espèces minérales qu'on n'y rencontre jamais; que par conséquent toute recherche devoit

commencer en employant les minéraux volcaniques cristallisés, comme premiers termes de comparaison. D'après ces considérations, j'ai fait sur ces minéraux les expériences préliminaires suivantes.

On sait que les minéraux cristallisés des roches volcaniques se présentent en grains fort distincts, tantôt amorphes, tantôt terminés par des contours réguliers; ce sont communément le pyroxène, le feld-spath, le péridot et le fer titané, rarement l'amphibole, le mica et l'amphigène, plus rarement encore le fer oxidé oligiste.

On trouve en outre accidentellement un certain nombre d'autres minéraux, mais si excessivement rares, ou si évidemment étrangers à la composition des roches volcaniques, que tous les minéralogistes en font abstraction quand il s'agit de points de vue généraux; ce que je ferai aussi dans ce moment.

Les huit espèces que je viens d'indiquer ont été réduites en poudre, à l'aide de la simple pression, et de manière à ce que la ténuité des parties étoit à peu près comprise entre un vingtième et un centième de millimètre. Sous cette forme, on les a soumises au microscope et à quelques épreuves pour apprécier leur dureté; elles se sont présentées, comme on doit s'y attendre, douées de tous les caractères extérieurs des masses dont elles provenoient, excepté de celui de la pesanteur, qui tenant au volume, devient inappréciable. Je puis même ajouter qu'au premier aperçu, on est étonné de la netteté de ces caractères. Voici les principaux pour chaque substance.

Le pyroxène: fragmens indéterminés, sans aucune apparence de lames, de couleur claire, vert bouteille ou jaunâtre, demi-transparens, à cassure inégale, d'un aspect vitreux et peu éclatant, assez durs, aigres, croquant sous le pilon; poussière aride au toucher.

Le feld-spath : fragmens aplatis, offrant des indices de lames et de coupes rectangulaires, blancs et demi-transparens ou même limpides, à cassure unie, d'un aspect vitreux, éclatant, assez durs, très-aigres et croquant sous le pilon; poussière aride au toucher.

Le péridot : fragmens écailleux, sans indices de lames, de couleur jaunâtre extrêmement foible, qui devient ou plus sensible, ou très-foncée, ou noire par un léger coup de feu, demi-transparens ou transparens, à cassure conchoïde, d'un aspect

vitreux, très-éclatans, très-durs et très-aigres, et croquant fortement sous le pilon; la poussière est très-aride au toucher.

Le fer titané : fragmens indéterminés, à bords tranchans, de couleur noire, parfaitement opaque, à cassure conchoïde, très-éclatans, d'un éclat demi-métallique, durs et croquant sous le pilon, plus ou moins foiblement attirables; la poussière est aride, elle tache en noir lorsqu'elle est très-fine.

L'amphibole : fragmens esquilleux, prismatiques ou lamelleux, de couleur brun noirâtre ou vert noirâtre, translucides et quelquefois demi-transparens, assez unis, très-peu éclatans, excepté dans le sens des lames, peu durs, faciles à pulvériser, croquant foiblement sous le pilon ; poussière médiocrement aride au toucher.

Le mica : lames très-minces, brunes, translucides, d'un aspect nacré dans le sens de la réflexion, et mat dans les autres sens, élastiques, tendres, tenaces et difficiles à pulvériser; leur poussière est douce au toucher.

L'amphigène : fragmens écailleux, blancs, demi-transparens ou transparens, ou limpides, à cassure conchoïde, d'un aspect vitreux, très-éclatans, durs, aigres et croquant fortement sous le pilon; leur poussière est très-aride.

Le fer oligiste : fragmens indéterminés, à bords tranchans, de couleur noir et opaque, excepté dans les très-minces fragmens qui sont translucides et d'un rouge brun, à cassure conchoïde, très-éclatante, d'un éclat demi-métallique, durs et croquant sous le pilon, fortement attirables; la poussière est aride et tache en rouge sombre lorsqu'elle est très-fine.

Après avoir ainsi reconnu la constance des caractères extérieurs de ces différentes substances réduites en poudre par la simple pression, j'ai cherché les conditions de leur fusibilité, par la méthode de Saussure, soit en les employant en fragmens isolés, soit en les mêlant pour qu'ils se servissent de fondans réciproques. A cet effet j'ai exécuté un grand nombre d'essais sur le filet de disthène ou saparre. Voici l'extrait de la Table qui contient les résultats de ces essais.

Les limites de fusibilité exprimées en degrés du pyromètre de Wedgewood sont :

Pour l'amphibole (fondant en émail noir, brun ou vert noirâtre). . . . . 57 à 71^{d} (1)
Pour le feld-spath (fondant en verre blanc ou blanc jaunâtre). . . . . 71 à 94
Pour le pyroxène (fondant en verre d'un vert bouteille ou vert jaunâtre). . . . . 101 à 141
Pour le fer titané (fondant en émail noir et terne). . 143 à 161
Pour le fer oligiste (fondant en émail noir et terne). . 189 à 204
Pour le mica (fondant en verre brun noirâtre). . . 183 à 236
Pour l'amphigène (fondant en verre blanc rétrograde). 283 à 378
Pour le péridot (fondant en verre rétrograde d'un jaune verdâtre, vert noirâtre ou noir). . . . . 472 à 756

Exposées en mélange sur le filet de disthène, les mêmes substances se comportent de la manière suivante :

L'amphibole fond à côté du feld-spath, sans se mêler sensiblement.

Le pyroxène devient très-fluide par le contact du feld-spath; les verres se pénètrent à la longue.

Le feld spath ne diminue pas l'infusibilité du mica, du fer titané, du fer oligiste et du péridot; ces substances persistent sous forme de points noirs; elles se comportent de même dans un verre mêlé de feld-spath et d'amphibole, de feld-spath et de pyroxène.

L'amphigène n'est point attaqué par le feld-spath; il l'est foiblement par l'amphibole. Il se dissout à la longue dans le pyroxène.

Dans la pratique, j'ai ajouté à la précision des termes généraux de comparaison que je viens d'établir, par plusieurs précautions que les minéralogistes imagineront facilement; par exemple, j'ai écarté, autant que possible, l'influence des petites variations que les localités exercent ordinairement sur une même espèce, en prenant pour types comparatifs dans l'examen de chaque base indéterminée, les cristaux ou grains disséminés soit dans cette même base, soit dans les produits de la même éruption, soit dans les roches analogues du même système volcanique.

---

(1) L'argent de coupelle fond à 28 degrés et la fonte de fer à 150.

Tel est le fond des moyens que j'ai employés; ils se développeront d'eux-mêmes et acquerront plus de consistance par l'exposé des applications. Différentes ressources auxiliaires très-puissantes, m'ont servi à fortifier les résultats directs; je mentionnerai chacune en son lieu.

Je diviserai les nombreuses substances que je vais examiner, en six sections provisoires, savoir :

1re. Les pâtes lithoïdes des courans de lave, de toutes couleurs, massives ou poreuses.
2me. Les scories de toutes couleurs.
3me. Les verres de toutes couleurs, opaques ou translucides.
4me. Les thermantides pulvérulentes de toutes couleurs.
5me. Les tufs de toutes couleurs.
6me. Les wackes de toutes couleurs, massives ou poreuses.

Ayant en outre examiné accessoirement les trapps, les cornéennes et les pétrosilex, j'en traiterai immédiatement après les pâtes lithoïdes.

Je n'ai employé que des échantillons dont la localité m'étoit bien connue, les uns provenant des premières collections de Paris, les autres ayant été recueillis par Dolomieu ou en grande partie par moi-même. J'indiquerai avec soin la localité des échantillons examinés, leur synonimie et la sorte de terrain volcanique à laquelle ils ont appartenu. Pour qu'on ne me soupçonne pas de méprise sous ce dernier point de vue, je distinguerai quatre grandes classes de terrains volcaniques, savoir :

1° Les terrains incontestablement formés par les volcans brûlans;

2° Les terrains formés incontestablement par des volcans éteints dont les cratères subsistent encore dans leur intégrité;

3° Les terrains volcaniques contestés par un petit nombre de minéralogistes, conservant des traces nombreuses de leur origine, quoiqu'ils se présentent morcelés en lambeaux plus ou moins vastes, et que les cratères qui en ont rejeté les matériaux aient été complètement effacés par les érosions diluviennes, ou peut-être par des causes analogues moins anciennes et moins générales;

4° Les terrains volcaniques contestés par un assez grand nombre de minéralogistes; ces derniers diffèrent des précédens, soit parce qu'ils n'offrent presque plus de traces évidentes de leur

origine, soit parce qu'ils sont recouverts par les plus anciens dépôts marins ou mêlés avec, soit parce qu'en outre ils sont ordinairement situés loin de tout volcan éteint ou brûlant.

Après avoir établi ces distinctions essentielles, je passe aux applications des moyens d'expériences dont j'ai fait l'exposé.

CHAPITRE TROISIÈME.

Examen des Pâtes Lithoïdes qui entrent dans la composition des Courans de Lave de tous les âges.

La dénomination générale de pâte lithoïde que j'emploie ici, embrasse les variétés de toute espèce, désignées jusqu'à présent sous les noms de lave basaltique uniforme, basalte, base du graustein, base des laves leucitiques, base des laves pétrosiliceuses, horstein volcanique, klingstein, phonolite, feld-spath compacte sonore, domite et base des laves feld-spathiques porphyriques.

Parmi les nombreux échantillons de cette classe que j'ai eus à ma disposition, j'ai choisi pour en faire l'objet spécial de mes expériences, ceux qui présentoient des caractères plus tranchés, qui provenoient de localités plus remarquables, et dont le gisement m'étoit mieux connu. Leur désignation, leur examen particulier et les résultats fournis par chacun d'eux, se trouvent consignés dans la Table de mes expériences. J'ai en outre contrôlé les résultats obtenus, en examinant d'une manière moins rigoureuse, mais suffisante, une foule d'autres variétés dont l'énumération seroit superflue; je ne m'avance pas trop en assurant que j'ai ainsi passé en revue plus de deux cents variétés de laves lithoïdes de tous les âges, recueillies en différens lieux de la France, de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, de l'Espagne, de Syrie, de Ténériffe, d'Amérique et des Indes. J'ai été conduit à un petit nombre de notions simples dont l'analogie s'est soutenue dans tous les échantillons du même genre; je vais en exposer le résumé général.

Toutes les pâtes lithoïdes quelconques, sans distinction d'époque, se sont trouvées composées de parties hétérogènes parfaitement discernables, très-distinctes les unes des autres et se présentant sous forme de grains à structure cristallisés, diversement colorés et entrelacés comme dans le granite ordinaire.

Les couleurs font contraster fortement et nettement tous les grains entre eux : ces couleurs sont peu variées.

On ne voit effectivement que des grains d'un blanc parfait ou légèrement jaunâtres, demi-transparens ou doués d'une transparence qui va souvent jusqu'à la limpidité parfaite; des grains d'un vert bouteille, ou d'un vert jaunâtre, ou d'un vert noirâtre, demi-transparens ou quelquefois transparens, et des grains d'un noir parfait et opaques.

J'ai trouvé aussi des grains d'un brun clair et foiblement translucides, et en outre des particules excessivement fines d'un brun rougeâtre, mais dans des cas si rares que j'en fais abstraction pour le moment.

Les grains blancs forment toujours au moins la moitié des masses et quelquefois les 99 centièmes; les grains verts s'y montrent pour un centième jusqu'à près de moitié, et les grains noirs pour un centième jusqu'à plus d'un quinzième.

Le diamètre des grains varie d'un dixième à un cinquantième de millimètre; les limites de grosseur dans chaque échantillon en particulier, sont plus bornées; par exemple, d'un dixième à un vingtième, d'un vingtième à un trentième; cas les plus ordinaires.

La juxta-position de ces grains paroît parfaite, excepté en un petit nombre de points où ils laissent entre eux des vides irréguliers, très-difficilement appréciables, et qui supposés réunis, ne m'ont point paru occuper plus d'un soixantième du volume dans les masses qui en renferment davantage.

La présence de ces vides est un peu plus fréquente dans les laves modernes, douées d'une certaine rigidité, que dans les laves de semblable origine, qui sont *traitables* au même degré que les laves les plus anciennes; ces dernières ne m'ont point offert de différences avec les secondes.

Les masses lithoïdes dont la cassure est unie et comme silicée, sont composées de grains très-fins; c'est le contraire dans les masses à cassure inégale et mate, et dans les masses dont la cassure est sensiblement granuleuse; mais cette règle n'est point absolue; on reconnoît en effet que le degré d'adhérence des grains et l'intensité de leur transparence concourent avec leur volume pour produire ces différens aspects.

On reconnoît aussi que l'intensité de la couleur des masses ne dépend pas seulement de l'abondance des grains de chaque couleur, mais du degré de transparence de ceux qui sont peu

ou

ou point colorés. La teinte des grains fortement colorés perce à travers les grains diaphanes.

Si on veut se rappeler mes expériences préliminaires sur les minéraux volcaniques cristallisés, on jugera sans doute qu'il m'a été facile d'établir des comparaisons décisives, pour m'assurer de la nature des différentes sortes de grains. Leur ténuité après la pulvérisation, n'a pu être un obstacle, puisqu'elle s'est trouvée très-médiocre. J'ai pu commodément les observer isolés, soit sur le porte-objet, soit sur le filet de disthène.

J'ai déterminé directement les caractères dépendans de la couleur, de la transparence, de la cassure et de la forme des fragmens.

La dureté des masses, l'aridité de leur poussière, l'aigreur des grains confondus sous le pilon, et leur impression sur le tas d'acier, ont fourni des caractères composés et indirects lorsque les masses étoient mélangées; mais ces caractères ont été directs lorsque les masses se sont trouvées formées presqu'en entier de grains de couleur blanche.

Dans ce dernier cas, la pesanteur spécifique des masses a été aussi un caractère absolu pour distinguer la nature des grains; caractère qui s'est changé en indication encore très-forte lorsque les grains se sont trouvés mêlés en proportion moins inégale.

Au chalumeau, les grains ont été l'objet de deux sortes d'épreuves fournissant aussi des caractères absolus, savoir, le degré de fusibilité, le mode de fusion et l'action réciproque des particules d'espèces différentes.

Soumis à l'application des moyens que je viens d'assigner, les grains microscopiques de chaque sorte, examinés très-scrupuleusement, n'ont pas cessé de manifester les mêmes caractères dans les pâtes lithoïdes de tous les âges, et se sont trouvés appartenir aux mêmes espèces minérales.

Les grains blancs, excepté dans un petit nombre de cas que je préciserai tout à l'heure, ont présenté, sans ambiguité, tous les caractères du feld-spath cristallisé. On les trouve dans les proportions suivantes, que je rapporterai maintenant sans distinction d'époque, cette distinction devenant inutile.

Les pâtes lithoïdes qui, essayées au chalumeau *par la méthode ordinaire*, fondent en émail noir dont les éclats sont vert bouteille foncé (par exemple les basaltes noirs ou d'un noir grisâtre), en contiennent 0.45 à 0.55.

Les pâtes lithoïdes qui fondent en verre blanc piqué de vert et qui s'en colorent foiblement à la longue (exemple, les klingsteins et les laves pétro-siliceuses, gris cendré, vert grisâtre, brun grisâtre), en contiennent de 0.70 à 0.90.

Enfin les pâtes lithoïdes qui fondent en verre blanc (exemple, les klingsteins, les domites, les laves pétro-siliceuses ou de feld-spath compacte, de couleur blanche ou blanc verdâtre, ou gris de fumée), en contiennent au moins 0.90.

Les grains blancs que je n'ai pu rapporter au feld-spath, se sont rencontrés, les uns dans les bases volcaniques renfermant beaucoup de cristaux de péridot, les autres dans celles qui renferment beaucoup de cristaux d'amphigène.

J'ai reconnu la nature des premiers, principalement à la propriété de se colorer en noir par le feu, et à l'excessive difficulté de leur fusion; ils appartiennent au péridot; je n'ai jamais pu en découvrir plus de 0.20, dans les pâtes lithoïdes où elles figurent en grande quantité; elles y remplacent en partie le feld-spath.

Les seconds ont été principalement distingués à leur infusibilité presque absolue, et à leur couleur persistant au feu; ils appartiennent à l'amphigène, ils remplacent en très-grande partie le feld spath, et forment quelquefois jusqu'aux 40 centièmes des masses.

Les grains jaunâtres, verdâtres ou d'un vert noirâtre, fondent un peu moins facilement que le feld spath; ils ont constamment offert tous les caractères du pyroxène cristallisé; ils entrent dans les bases indéterminées qui fondent en noir pour 0.35 à 0.45. Dans celles qui fondent en vert bouteille foncé, pour 0.15 à 0.35, pour 0.05 à 0.15; dans celles qui fondent en vert clair et pour moins de 0.01 dans celles qui donnent des verres blancs.

Dans ces deux dernières sortes de pâtes, mais surtout dans celles qui fondent en verre blanc, leur proportion diminue rapidement, parce qu'ils s'y trouvent en partie associés avec des grains de même couleur ou tout à fait bruns, que j'ai reconnu pour de l'amphibole, et beaucoup plus rarement par quelques particules d'un brun clair, qu'il est facile de reconnoître pour du mica.

Ces dernières particules sont en effet en lames très-minces, demi-transparentes, d'un éclat nacré, fondant plus difficilement que le pyroxène, et donnant un verre brun noirâtre persistant sans se mêler.

Il n'est pas aussi aisé de distinguer l'amphibole d'avec le pyroxène; voici le tableau des principales différences : les grains amphiboliques sont allongés et tendans à la forme prismatique; ceux du pyroxène sont arrondis et irréguliers; les uns offrent des indices de lames et les autres une cassure vitreuse rarement unie; les premières ont un éclat assez foible, excepté suivant le sens des lames; les seconds sont éclatans; ceux-ci sont de couleur brune ou vert noirâtre; ceux-là sont de couleur vert jaunâtre, vert bouteille et rarement vert noirâtre. Enfin sur le filet du disthène les particules d'amphibole fondent avant celles de feld-spath et donnent un émail brun ou un verre d'une couleur vert noirâtre plus ou moins foncée; les particules pyroxéniques, au contraire, sont moins fusibles que celles du feld-spath et donnent un verre de couleur vert bouteille, ou vert jaunâtre plus ou moins clair; par le contact du feld-spath, ces dernières deviennent beaucoup plus fusibles.

La nature des grains noirs opaques m'a embarrassé dans l'origine; leur détermination a donné lieu à un travail particulier dont j'ai déjà parlé, et que j'ai publié il y a quelques années; j'ai démontré qu'ils appartenoient à un nouveau minéral, le fer titané. Leur reconnoissance est plus facile encore que celle des grains feld-spathiques. La vivacité de leur éclat métallique, leur cassure conchoïde parfaite, leur couleur persistante et leur propriété magnétique qui permet de les isoler à volonté, en font sûrement reconnoître l'espèce jusque dans les particules les plus déliées. On en découvre depuis 0.05 à 0.15 dans les pâtes lithoïdes qui fondent en noir, de 0.03 à 0.05 dans celles qui fondent en vert foncé, de 0.02 à 0.03 dans celles qui fondent en vert très-clair et moins de 0.02 dans celles qui fondent en blanc.

Les grains noirs appartiennent quelquefois en partie au fer oligiste. La couleur de la poussière les dénonce facilement; j'ai constaté anciennement par les épreuves chimiques faites pour rechercher le fer titané, que le cas étoit extrêmement rare.

Le barreau aimanté n'enlève pas au reste la totalité des grains noirs opaques, que la pulvérisation a complètement dégagés. Il en reste souvent une foible portion qui peut aller jusqu'à plus de 0.01. Les caractères extérieurs de ces derniers ne diffèrent pas sensiblement de ceux du fer titané. Isolés, ils fondent encore plus difficilement en émail noir; mêlés au feld-spath et au pyroxène, ils ne se dissolvent pas; ces propriétés excluant

le fer chromaté et le grenat noir dit mélanite, je présume qu'on peut les rapporter au ménakanite, qui est une combinaison de titane et de fer en égale proportion. (Je rappellerai ici que le fer titané ne contient que 0.15 de titane.)

D'après ces détails, on voit que les associations des différentes espèces de minéraux microscopiques sont très-peu nombreuses et seulement ternaires ou quaternaires. Elles se divisent naturellement en deux classes. Dans les unes le feld-spath très-prédominant par sa quantité, imprime aux masses les principaux caractères qui lui sont propres; dans toutes les autres, c'est le pyroxène qui prédomine, soit par sa quantité, soit par l'intensité de sa couleur et les caractères remarquables de fusion qu'il communique constamment aux masses.

Les associations de la première classe peuvent se réduire à quatre, savoir :

Feld-spath, prédominant avec pyroxène et fer titané.
Feld-spath, prédominant avec fer titané et amphibole.
Feld-spath, prédominant avec amphigène et fer titané.
Feld-spath, prédominant avec fer titané, mica et amphibole.

Les associations de la seconde classe peuvent aussi être réduites à quatre, savoir :

Pyroxène, feld-spath et fer titané.
Pyroxène, feld-spath, fer titané et péridot.
Pyroxène, feld-spath, fer titané et amphigène.
Pyroxène, feld-spath, fer titané et fer oligiste.

Ces dernières notions complètent la reconnoissance des différentes substances minérales qui, sous forme de grains cristallins microscopiques, composent les pâtes lithoïdes des courans de lave de tous les âges.

J'ajouterai maintenant, que j'ai originairement épuisé plusieurs hypothèses très-opposées à la véritable composition mécanique. En effet il eût été possible de découvrir une substance génératrice commune et absolument nouvelle; on auroit pu rencontrer un nombre plus considérable de substances soit nouvelles, soit déjà connues; enfin les mélanges pouvoient être plus variés, et chaque localité volcanique pouvoit avoir les siens; mais l'observation a facilement fait justice de ces différentes hypothèses.

Mes principaux efforts ont été dirigés vers la recherche de l'amphibole, minéral dont l'existence gratuitement supposée, a

servi jusqu'ici de lien ou de principe à presque toutes les classifications ou explications des produits volcaniques. On a vu que le feld-spath étoit vraiment la substance prédominante dans toutes les pâtes lithoïdes, après lui le pyroxène et ensuite le fer titané. L'amphibole microscopique ne se montre que dans les pâtes presqu'entièrement feld-spathiques; sa présence y est toujours dénoncée par des cristaux amphiboliques disséminés, très-apparens; si ce minéral eût existé en abondance dans les pâtes basaltiques, il seroit bien étonnant qu'on ne l'y rencontrât jamais (1) en cristaux apparens, tandis qu'on y voit figurer constamment des cristaux distincts de pyroxène plus ou moins bien accompagnés de cristaux également remarquables, de péridot, de feld-spath, de fer titané ou d'amphigène. Ces considérations seroient d'un

---

(1) Pendant le cours de mes voyages, j'ai eu lieu d'examiner un bien grand nombre de couches basaltiques de tous les âges; deux seulement m'ont présenté de l'amphibole en cristaux disséminés, apparens à la vue simple; je vais en donner l'indication. L'une de ces couches située au sommet du Puy-Corent (en Auvergne), est composée de croûtes basaltiques boursoufflées ou scorifiées, servant de chapeau à une nappe de lave compacte, en partie colonnaire. Ces croûtes renferment un assez grand nombre de fragmens d'amphibole cristallisé, informes, d'un volume communément médiocre et quelquefois gros comme le poing, offrant des surfaces inégales, irrégulières, tantôt lisses et comme polies, tantôt ternes et scorifiées; ils sont accompagnés de cristaux de pyroxène et de fer titané, rares, petits, d'un volume assez égal et en tout semblables à ceux de même nature qu'on distingue dans la lave compacte inférieure; il est à remarquer que de son côté cette lave ne renferme pas d'indice d'amphibole. Le sommet du Cantal (même contrée) est terminé par un lambeau de couche basaltique recouvert presqu'entièrement par un gazon épais. Les angles saillans de la roche montrent quelques prismes imparfaits d'amphibole, dispersés avec quelques grains de pyroxène au milieu d'une pâte tantôt dense, tantôt légèrement boursoufflée. J'ai en outre reconnu la présence de l'amphibole dans plusieurs fragmens de roche basaltique, abondans d'ailleurs en cristaux parfaits de pyroxène et de péridot, et gisant au milieu des tufs basaltiques de Thiezac (même contrée). Enfin je suis parvenu à trouver dans les nombreuses collections de Paris, une demi-douzaine d'échantillons basaltiques de localités mal connues, qui offroient avec beaucoup de pyroxène et quelque peu de péridot, des cristaux disséminés d'amphibole. Je ferai remarquer que dans les roches que je viens de citer, ce minéral paroît adventif, à en juger seulement par sa rareté, son défaut de forme, l'inégalité de son volume, la scorification de ses surfaces et le boursoufflement de la matière basaltique immédiatement environnante. On pourra découvrir de nouvelles raretés géologiques analogues à celles que je viens d'indiquer; mais il est évident qu'on n'en pourra rien conclure pour la masse immense des terrains basaltiques incontestablement exempts d'amphibole. Aussi les conséquences absolues, déduites de mes expériences et de mes nombreuses recherches, subsistent dans leur entier.

grand poids, dans le cas où on viendroit à supposer que je me suis laissé induire en erreur, dans tout le cours de mes expériences, à l'égard du pyroxène et de l'amphibole.

Le passage gradué qu'on a observé entre le basalte noir et la lave granitoïde du Meisner et de Saint-Sandoux (en Auvergne), dite mimose, se trouve en harmonie avec mes expériences et leur prête un point d'appui irrécusable. Maintenant on peut avec certitude dire indifféremment que le mimose est un basalte à grains visibles, ou que le basalte est un mimose à grains microscopiques.

Mes résultats d'analyse mécanique ne sont pas moins d'accord avec ceux de l'analyse chimique; ils en expliquent les variantes. Les principes constituans, extraits de différentes pâtes lithoïdes bien caractérisées, telles que les basaltes de Hasenberg en Bohême, de 1669 à l'Ethna, et le klingstein de Sanadoire en Auvergne, sont en rapport avec ceux des minéraux microscopiques composans; ce rapport se concevant de reste, je ne m'arrêterai pas à en exposer les termes; je ferai remarquer seulement que le titane contenu dans les pâtes lithoïdes, a échappé aux chimistes à raison de sa petite quantité, et qu'il en est probablement de même de la magnésie, dont l'existence en proportion très-foible, est indiquée *à priori* dans beaucoup de basaltes, par la présence du péridot microscopique. Du reste, à l'avenir, il sera curieux de vérifier si à l'aide d'une simple reconnoissance mécanique, et considérant l'espèce des minéraux microscopiques composans, leur mélange et la relation des volumes aux poids, on peut à l'avance obtenir, avec une approximation suffisante, l'expression numérique de la composition chimique d'une pâte lithoïde quelconque.

Ces considérations auxiliaires fortifient les résultats directs de mes expériences, et leur impriment, je crois, le degré d'évidence qu'il est possible d'atteindre dans un semblable sujet. Il faut donc admettre les faits généraux suivans.

Les pâtes lithoïdes des courans de lave modernes, celles des courans incontestables antérieurs aux temps historiques, celles des lambeaux de courans dont l'origine est plus ou moins contestée, sont identiques de contexture intime et de composition mécanique.

Toutes sont des granites microscopiques dans lesquels l'uniformité du tissu entrelacé n'est interrompue que par de très-petites

vacuoles, un peu moins rares dans certaines laves incontestables que dans toutes les autres.

Les minéraux élémentaires de ces granits microscopiques appartiennent au petit nombre d'espèces qu'on trouve souvent disséminées en cristaux apparens dans les pâtes lithoïdes.

Les associations de ces minéraux élémentaires peuvent être géologiquement réduites à huit, qui sont simplement ternaires ou quaternaires, et dans lesquelles deux des substances élémentaires, le feld-spath et le pyroxène, sont constamment prédominantes, non-seulement par leur abondance, mais encore par l'influence des propriétés dont elles sont douées.

Enfin ces associations considérées sans le secours du microscope et sans celui de la loupe, redeviennent des masses d'apparence homogène, dont les propriétés composées sont dominées tantôt par les caractères du feld-spath, et tantôt par ceux du pyroxène; les autres minéraux élémentaires, rares ou masqués, n'exercent presqu'aucune influence caractéristique, et les masses ne peuvent plus être minéralogiquement distinguées qu'en deux sortes.

Les conséquences immédiates qu'on peut naturellement déduire de ces faits généraux sont tellement fondamentales, que je crois devoir indiquer quelques-unes des plus marquantes, avant de passer à l'exposition de mes expériences sur les autres bases indéterminées des roches volcaniques.

D'abord il est évident qu'on n'a pas été fondé à élever au rang de véritables espèces minéralogiques, plusieurs des pâtes lithoïdes dont je viens de déterminer la nature; d'un autre côté, beaucoup de minéralogistes ont été trop loin, en les rejetant toutes sans descriptions spéciales et préalables dans les classifications purement géologiques. Il paroît naturel de suivre à leur égard le parti qu'on est unanimement convenu de prendre pour les minéraux quartzeux ou calcaires mélangés. Elles peuvent donc et elles doivent être rapportées aux variétés compactes des deux minéraux élémentaires dominans, en leur accordant des noms particuliers et surtout des descriptions très-détaillées, à raison de l'importance du rôle qu'elles jouent dans les roches volcaniques. Ainsi les pâtes lithoïdes qui fondent en verre blanc permanent, ou en verre blanc piqué de vert ou de noir et se colorant foiblement à la longue, appartiendront au feld-spath compact, et celles qui donnent un émail noir ou un verre de couleur verte foncée, appartiendront au pyroxène compact. Je réunirai les

premières sous le nom de *leucostine*, suggéré par la grande quantité de grains blancs qu'elles renferment et qu'on y peut aisément distinguer à l'aide d'une bonne loupe et d'une vive lumière. Je conserverai au second le nom de *basalte* qui est en quelque sorte consacré.

Désormais la notion minéralogique conventionnelle du basalte deviendra celle-ci : pyroxène compact, mélangé de beaucoup de parties microscopiques de feld-spath et de fer titané, auxquelles s'associent quelquefois des particules de péridot, d'amphigène et de fer oligiste.

La notion minéralogique conventionnelle de la leucostine sera : feld-spath compact, mêlé d'une petite quantité de fer titané microscopique, auquel s'associent de petites quantités de pyroxène, d'amphibole, de mica, ou d'amphigène.

La synonymie du basalte comprendra principalement les laves argilo-ferrugineuses homogènes de Dolomieu, les laves basaltiques uniformes de M. Haüy, le basalte trappéen, le graustein et la lave proprement dite de M. Werner.

La synonymie de la leucostine embrassera, les laves pétro-siciliceuses homogènes de Dolomieu, les laves pétro-siciliceuses uniformes et le feld-spath compact sonore de M. Haüy, la domite et la lave à base de hornstein de Karsten, le klingstein et la base de plusieurs thonporphyres de M. Werner.

Les modifications de la contexture qui tantôt est compacte, tantôt écailleuse et tantôt granulaire, fourniront des sub-divisions faciles à motiver. Les variations de composition mécanique pourront être prises subsidiairement en considération, ainsi que les accidens dus au boursoufflement ; mais je reviendrai sur ce sujet ; pour le moment je me contente de l'essentiel, c'est-à-dire de poser les principes.

Cette distribution naturelle, tout en détruisant les préjugés conçus à l'égard de la composition des pâtes lithoïdes, a l'avantage de ne pas s'éloigner sensiblement des coupures empiriques déjà établies. Elle concilie même les opinions sous un certain point de vue. En effet les minéralogistes qui ont soutenu que toutes les pâtes lithoïdes étoient des mélanges, avoient raison, et ceux qui ont prétendu qu'on pouvoit les placer dans la méthode minéralogique, n'avoient pas tort.

Si les recherches précédentes peuvent servir à concilier des opinions sous le point de vue minéralogique, elles ne concilient

point

point les hypothèses géologiques imaginées pour expliquer l'origine, la fluidité, la coagulation lithoïde des courans de lave. Bien loin de là, mes résultats ne satisfont à aucune de ces hypothèses, ou, pour m'énoncer avec plus de logique, et comme je crois être autorisé à le faire, aucune de ces hypothèses ne satisfait à mes résultats. Je n'entrerai à ce sujet dans aucun développement ; mais je reproduirai les conséquences de mes observations sous une autre forme, et j'en déduirai l'expression rigoureuse des conditions qui caractérisent le phénomène de la coagulation des courans de lave ; je dirai qu'il est démontré que la matière intérieure des courans (ceux d'obsidienne exceptés), se *cristallise en entier* par le refroidissement, et se change en une infinité de très-petits cristaux ou grains entrelacés solidement, laissant entre eux des vacuoles rares et déliées et appartenant à des espèces minérales bien déterminées.

Cette notion, considérée comme loi générale, explique facilement beaucoup de cas particuliers non encore résolus ; je me contenterai d'en produire un exemple remarquable.

On a discuté depuis long-temps, et on discute encore, sur l'origine des cristaux apparens, disséminés dans les pâtes lithoïdes. Les uns prétendent que la formation de ces cristaux a eu lieu au milieu de la matière incandescente, les autres pensent qu'ils ont été apportés des entrailles de la terre, après avoir résisté au ramollissement ou à la fusion des roches qui leur servoient originairement de matrice (1). D'après mes expériences, il me semble que la difficulté n'existe plus. Un cristal de deux à trois

---

(1) Nous sommes riches en explications des phénomènes volcaniques. Il a été plus facile d'imaginer des hypothèses sur leur nature, que d'étudier, d'anatomiser et de bien décrire leurs produits. Jusqu'à présent on n'a su voir dans ces produits que des roches diverses, fondues ou remaniées par des causes locales ; à coup sûr c'est trop resserrer le champ des suppositions. Quand à défaut de faits, la science accueille les spéculations hypothétiques, il faut au moins tâcher d'épuiser la série de ce qui est possible. C'est d'après cette considération que Dolomieu s'étoit decidé à mettre en avant dans un de ses derniers ouvrages, une idée absolument neuve et qui paroît plus féconde que toutes celles qui ont précédé. Cette idée, que je ne juge pas ici, conduiroit à faire supposer que la volcanicité est un phénomène général ; que la matière des laves remplit une grande partie de l'intérieur du globe, si ce n'est la totalité ; qu'elle y a existé de tous les temps, douée de la liquidité pâteuse et de la plus haute incandescence ; et qu'elle y éprouve des modifications extrêmement lentes dont les tremblemens de terre et les éruptions sont le produit.

millimètres de longueur, ne se forme pas en vertu d'une autre force d'agrégation, qu'un cristal d'un vingtième ou d'un cinquantième de millimètre; les dimensions dépendent de la continuité d'action; beaucoup de causes peuvent la troubler. Si le refroidissement des courans peut résoudre toute leur masse liquide en cristaux microscopiques, il y a tout lieu de croire que les gros cristaux qui s'y trouvent disséminés, sont les premiers produits de l'agrégation régulière.

On pourra s'étonner qu'après avoir démontré que le pyroxène est un des produits formés par la résolution complète de la matière des laves en cristaux, je ne propose pas de changer le nom de ce minéral; ce nom signifie effectivement *étranger au domaine du feu;* il a été suggéré à M. Haüy par Dolomieu qui a partagé long-temps la seconde des opinions dont j'ai parlé plus haut. J'estime que l'étymologie pourra être interprétée à l'avenir sous un tout autre point de vue; la dénomination de pyroxène rappellera aux observateurs que les phénomènes volcaniques diffèrent essentiellement de ceux du feu que nous savons produire, et que c'est à tort que l'on a cru jusqu'à présent le contraire; elle les avertira qu'il faut abandonner désormais tout préjugé de cette espèce, si l'on veut avancer dans l'étude des volcans, et parvenir surtout à déterminer quelles sont les causes inconnues qui, jointes à l'incandescence, donnent la fluidité aux courans de lave, permettent aux combinaisons chimiques de s'y former, et favorisent l'agrégation régulière et complète de ces combinaisons, pendant la durée du refroidissement.

Après avoir trouvé le mode uniforme qui régit la composition des pâtes minérales, qui font la base des courans lithoïdes de tous les âges et de tous les pays; après en avoir déduit l'expression de la loi qui préside à la coagulation des laves incandescentes, je completterai l'examen des laves lithoïdes anciennes et modernes, en démontrant l'inexactitude des rapprochemens dont elles ont été jusqu'à présent l'objet.

Une partie des minéralogistes supposent que les laves modernes ne ressemblent point aux laves anciennes, que ces dernières, au contraire, ont une composition analogue à celle des trapps, des cornéennes et des pétrosilex, et que par conséquent leur origine est semblable. Les autres assurent que les laves anciennes et modernes ne sont rien autre chose que des pétrosilex, des cornéennes et des trapps remaniés par les agens sou-

terrains, et auxquels la coagulation a restitué leur contexture originaire. On voit qu'il y a trois termes dans ces analogies: j'ai prouvé que le premier et le second sont fort différens de ce qu'on les a supposés; je vais prouver qu'on n'a guère mieux connu le troisième terme.

(*La suite au Cahier prochain.*)

EXTRAIT d'une Lettre de M. Braconnot, Professeur d'Histoire naturelle à Nancy, à J.-C. Delamétherie.

Je vous adresse des observations que j'ai faites sur la belle couleur jaune que fournit le *datysca canabina*, la *canabine*, et vous prie de les publier sur-le-champ, afin qu'on ait le temps d'en recueillir les graines.....

Note du Rédacteur. Ce Cahier étoit imprimé lorsque j'ai reçu ces observations...; elles se trouveront dans le Cahier prochain.

TABLE

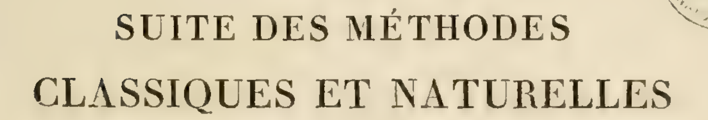
DES MATIERES CONTENUES DANS CE CAHIER.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire, pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL
DE PHYSIQUE,
DE CHIMIE
ET D'HISTOIRE NATURELLE.

SEPTEMBRE AN 1816.



SUITE DES MÉTHODES
CLASSIQUES ET NATURELLES
APPLIQUÉES A LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE;

PAR M. TOULOUZAN DE SAINT-MARTIN.

DEUXIÈME MÉMOIRE.

TROISIÈME PARTIE DU MONDE.

L'Éricie.

IL est à peu près démontré aujourd'hui que la Colombie est séparée du Groenland et des autres terres situées plus au nord. Je dois rapporter, en les abrégeant, les faits qui appuient cette opinion.

1°. Plusieurs navigateurs anglais et danois ont pénétré dans le fond de la baie de Baffin, et ils y ont trouvé parmi les glaces,

des ouvertures qui semblent annoncer des canaux ou passages. Dans tous les cas, il est prouvé que Baffin n'a pas fait le tour de la baie, comme il le disoit, ou que, s'il l'a fait, il a pris pour des terres ce qui n'étoit qu'une ceinture de glaces.

2°. Les groenlandais disent qu'à l'occident de leur pays il existe un lac non gelé dont ils ne connoissent pas les limites.

3°. Le capitaine anglais Cluny prétendoit avoir passé, vers la fin du siècle dernier, de Repulse-Bay, golfe situé au nord-ouest de la baie d'Hudson, dans la mer de Tartarie ou de la côte orientale d'Asie. Il a donné même la direction et les mesures du détroit qu'il termine à l'ouest par deux caps auxquels il a imposé les noms de *Spurrel* et de *Fowler*. Ce fait rapporté avec toutes ses circonstances dans l'*Encyclopédie méthodique*, art. *passage du nord*, peut se concilier avec nos connoissances actuelles, en admettant que Repulse-Bay communique avec les mers d'Hearne et de Mackenzie, et que l'un des caps dont le capitaine anglais a voulu parler, n'est autre que le cap Glacé.

4°. On a trouvé sur la côte du Kamtchatka des baleines portant des harpons anglais, hollandais et biscayens, nations qui ne faisoient alors la pêche que dans l'Océan atlantique septentrional.

5°. On sait, à n'en pouvoir douter, que les peuples du Groenland et des côtes du Labrador sont de la même race que les Eskimaux retrouvés depuis sur la côte de la Colombie à l'ouest de la baie d'Hudson qu'ils fréquentoient autrefois, soit par Repulse-Bay, soit par les canaux qui donnent entrée à la baie de Baffin. Cette fréquentation n'a même cessé qu'à une époque très-moderne, et les mêmes Eskimaux trafiquent aujourd'hui avec les comptoirs russes de la côte nord-ouest.

On peut conserver des doutes sur quelques-uns de ces faits qui n'ont pas été vérifiés avec assez d'exactitude; mais le dernier est incontestable, et ses conséquences se concilient avec les découvertes récentes d'Hearne et de Mackenzie. L'objection de ceux qui prétendent que les espaces de mer vus par ces deux voyageurs pourroient n'être que des lacs, est dénuée de fondement. Mackenzie a vu sur le rivage, des squelettes de Baleines et des huttes d'Eskimaux; peuple qui, dit-il, est en possession de toute la côte septentrionale.

En lisant attentivement la relation de Mackenzie, j'ai été

surpris que ce voyageur, ordinairement exact et souvent minutieux dans ses observations, ait passé si légèrement sur sa plus importante découverte, celle de la mer qui a été le terme de sa course. A peine s'est-il donné le temps de la voir, et il avoit tous les moyens nécessaires pour y naviguer pendant plusieurs jours. Sa réserve, à cet égard, me fait soupçonner qu'il nous a caché une partie de la vérité, par intérêt pour son pays et pour la compagnie du nord-ouest dont il étoit l'agent. Il a craint, peut-être avec raison, que si à cette extrémité du monde, il indiquoit une mer libre d'obstacles, les Russes n'y parvinssent en doublant le cap Glacé pour explorer les fourrures de la côte. On sait que ces sortes de restrictions sont des lois pour les peuples marchands. Sans M. de La Pérouse qui, dans l'expédition où il se rendit maître des comptoirs anglais de la baie d'Hudson, exigea du gouverneur Hearne, devenu son prisonnier, que le manuscrit de son voyage seroit publié, nous ignorerions encore ce que les Anglais savent depuis long temps, que le passage du nord-ouest, objet de tant de recherches infructueuses, existe véritablement et sépare la Colombie des terres polaires.

Après avoir démontré que ces terres sont détachées du Nouveau-Continent, rassemblons les preuves de l'existence de ces mêmes terres au nord de l'Ancien-Monde.

Je ne puis mieux faire que de rapporter succinctement ce que Saver, traducteur du voyage de Billing, raconte de cette découverte sur la foi de Protodiakonoff, un des compagnons de Lakoff.

Ces deux hommes intrépides partirent en mars 1770, de l'embouchure de l'Yana, rivière considérable située à l'est de la Lèna, et ayant son embouchure dans le même golfe. Ils faisoient route sur un *nart*, ou traîneau tiré par des chiens. Arrivés au Swatoï-Noss, promontoire le plus septentrional de la côte, ils aperçurent un grand troupeau de rennes qui venoit du nord, et ils suivirent les traces que ces animaux avoient laissées sur la glace de la mer Polaire. Ils arrivèrent bientôt à une île située à 70 werstes (18 lieues) du Swatoï-Noss, puis à une seconde plus septentrionale de cinq lieues. En s'avançant plus loin, la glace se trouva tellement montueuse, que les voyageurs ne pouvant continuer leur route, retournèrent sur le continent.

Le gouvernement ayant accordé à Lakoff le privilége exclusif de recueillir l'ivoire fossile de ces îles, cet aventurier y fit un

second voyage, en 1773, dans un canot, accompagné de cinq ouvriers. Au-delà des îles il navigua dans une mer très-salée, dont le courant portoit à l'ouest, et il aborda à une côte fort étendue, très-montueuse, couverte de bois apporté par les flots, stérile, mais offrant une immense quantité de dents de mammouts et d'autres fossiles, avec beaucoup de traces d'animaux.

Cette découverte parut si importante au gouvernement d'Yakoustn, que l'arpenteur-général Tchwoïnoff fut chargé de l'examiner et d'en lever le plan. Le 6 mai 1775, il arriva à la première île à laquelle il donna 38 lieues environ de longueur et 5 de largeur dans la partie la plus étroite; le milieu est occupé par un grand lac à bords escarpés, mais peu profond; on ne voit que quelques monticules de roches; tout le reste du sol est un mélange de sables et de débris fossiles, la plupart d'animaux gigantesques.

La seconde île offre la même composition, mais elle n'a que 15 lieues de long et 5 dans sa plus grande largeur. Elle est couverte d'un lit de mousse très-épais qui repose immédiatement sur la glace.

Le canal qui sépare cette île de la Grande-Terre, peut avoir 25 lieues de large suivant Tchwoïnoff. Cet envoyé ayant abordé la côte, la suivit vers l'est jusqu'à une rivière considérable qu'il nomma *Tzarévaya-Réka*. Il gravit une haute montagne du sommet de laquelle, par un temps très-clair, il vit le pays s'étendre jusqu'où la vue pouvoit porter vers l'est, l'ouest et le nord. Il suivit de nouveau le rivage l'espace de 25 lieues, et trouva sur son chemin trois grandes rivières coulant au sud, remplies de poissons et chariant beaucoup de bois (1).

Tel fut le récit de Protodiakonoff. Depuis il ne nous est rien parvenu de plus récent sur cette Grande-Terre; j'ai seulement appris de quelques officiers russes, qui avoient été en Sibérie et que j'ai connus à Paris, que cette terre étoit très-fréquentée par ceux qui cherchent les dents de mammouts, et que l'opinion générale est que son étendue est très-considérable, et que dans l'intérieur elle doit être boisée et peuplée d'animaux. En effet, ces bois que charient les rivières, ne peuvent provenir que des

---

(1) Voyage de Billing, rédigé par Saver, traduit par Castera, 2 vol. in-8°, avec atlas, tome I, pag. 191 et suiv.

forêts de l'intérieur, et il paroît que le froid n'y est pas excessif, puisque ces mêmes rivières sont très-poissonneuses.

D'un autre côté, comme le courant porte avec beaucoup de violence à l'ouest, il est probable que la côte de cette terre s'étend fort loin à l'est; car, dans cette supposition, on concevra que la mer, arrêtée par les terres du nord, est forcée de courir dans le canal. Peut-être même seroit-on fondé à dire que ce courant est celui qui remonte le détroit de Davis et passe dans la mer de Lakoff par les entrées de la baie de Baffin. D'autres faits appuient cette opinion. Toutes les années on voit passer et repasser, tant dans l'Ancien que dans le Nouveau-Continent, des troupeaux d'ours et de rennes. Les Tchouktchis, peuples de l'extrémité nord-est de l'Asie, émigrent avec leurs rennes dans une terre septentrionale vers la fin de l'hiver, pour n'en revenir qu'à la fin de l'été. Les Eskimaux qui fréquentent les comptoirs russes de la côte nord-ouest, appellent la mer sur laquelle ils naviguent *Bel-Houllaï-Tou*, le lac de l'Homme-Blanc; cette dénomination de lac doit faire supposer que la mer dans ces régions polaires, est enfermée par des terres au nord et au sud. Ainsi il y a une très-grande probabilité que la Terre de Lakoff s'étend à l'est jusqu'au Groenland, ou au moins dans le voisinage.

Les rapports des Samoïèdes donnent aussi lieu de penser qu'il existe des terres au nord de leur pays; et le passage des rennes et des ours y est aussi très-fréquent. La Nova-Zemla ou Nouvelle-Zemble, que par différens motifs exposés plus bas, je range dans l'Ericie, s'étend au nord jusqu'au 77e de latitude. A l'ouest d'une ligne tirée entre le Gélania-Noss, qui termine le Nova-Zemla et le Spitzberg, on a découvert plusieurs groupes d'îles qui semblent lier à-la-fois la Nova-Zemla, le Spitzberg, l'Islande et le Groenland. Cet espace de mer est le seul qui ait été fréquenté pour la pêche des baleines et des phoques. Il est naturel de croire que si la navigation s'étendoit au nord-est de la Nova-Zemla, on y découvriroit les terres qui doivent se joindre à la terre de Lakoff.

De toutes ces données, on est en droit de conclure qu'il existe un continent boréal séparé des nôtres par un canal obstrué d'îles qui en ont été détachées, et qui par conséquent lui appartiennent; que cette séparation des îles doit s'être faite à l'époque où l'Océan austral a pénétré dans ce canal, d'où il a été repoussé vers le sud; que ce continent est assez étendu pour former une partie

du monde; d'autant mieux qu'il a des caractères particuliers et dignes d'être observés avec attention; enfin, que les limites de ce continent doivent être tracées au point où ses pentes se rencontrent avec celles de la Colombie et de l'Europasie septentrionales.

Je pars du cap Farewel qui termine le Groenland au sud par le 60e de latitude et le 45e de longitude occidentale environ. De ce cap en allant vers l'est, la ligne passe par Westmanna-Eyar, groupe d'îles au sud-ouest de l'Islande. Dans la plupart des géographies, l'Islande est décrite comme annexe de l'Europe. Les distances s'opposent à cette réunion, et la connexion de l'Islande avec le Groenland n'est pas douteuse.

De l'Islande la ligne va joindre les îles de Jan-Mayen, les îles Bear ou Cherry, et l'île Hoop au sud-est du Spitzberg, vaste archipel qui du 75e parallèle s'étend jusqu'au 81e et touche probablement au continent boréal.

De l'île Hoop nous descendons à l'île Kalgonef, et de celle-ci à l'île Dolgoi, toutes deux situées au nord de la côte septentrionale du gouvernement d'Arkangelsk. Celle de Kalgonef est séparée de cette côte par un canal de trente lieues environ où la mer est libre et profonde. La côte d'Europasie, qui s'étend vis-à-vis cette île, entre le golfe de Tcheskaia et le canal qui conduit à la mer Blanche, a sa direction de l'est à l'ouest, tandis que l'île Kalgonef a son axe parallèle aux méridiens. L'île Dolgoi est plus voisine de la côte, mais elle se lie par l'île Matreief et différens écueils à l'île Waigatch qui est une dépendance de la Nova-Zemla. Les vaisseaux qui font route pour le détroit de Waigatch, passent toujours au sud de l'île Kalgonef et de l'île Dolgoi. Ces motifs m'ont paru suffisans pour ranger dans l'Ericie, ces îles sur lesquelles nous n'avons que très-peu de notions, mais qui paroissent avoir appartenu plutôt aux terres de la Nova-Zemla qu'à celles de l'Europasie.

De l'île Dolgoi, la ligne va joindre la pointe de l'île Waigatch dans le détroit de ce nom, au sud de la Nova-Zemla. Ces terres ne sont séparées de l'Ancien-Continent, que par un bras de mer très-étroit; mais il en est de même partout où les parties du Monde se rapprochent; à Gibraltar, à Malaca, au détroit de Béring, etc. La Nova-Zemla n'est pas un prolongement de la chaîne Ouralienne, puisque cette chaîne baisse sensiblement vers le nord et finit à une grande distance du rivage. La rivière

Kara qui a sa source dans les dernières ramifications de l'Oural, coule vers le nord sur une étendue de plus de quatre-vingts lieues. Toute la côte d'Europasie se prolonge en pente douce vers le nord, tandis que les terres de la Nova-Zemla sont escarpées et aiguës vers le sud. Je reconnois encore dans ces parages que les eaux se sont accumulées dans un creux qui présente les mêmes dispositions que la mer des Antilles, la Méditerranée, etc.; c'est-à-dire une séparation ordonnée par la rencontre des pentes, cause à laquelle il faut attribuer la formation de la mer Blanche, dont l'ancien lac a été envahi par l'Océan qui a dû, même dans les premiers jours de son invasion, faire communiquer cette mer avec la Baltique. En effet, la Scandinavie fait le pendant du Groenland, comme la mer Baltique fait celui de la baie d'Hudson. Ainsi, bien loin de rattacher la Nova-Zemla à l'Europasie, il y auroit peut-être des raisons pour joindre la Scandinavie à l'Ericie. Mais je dois écarter des innovations qui paroîtroient trop hardies et qui seroient difficilement approuvées.

De l'île Woigatch, la ligne remonte au nord du cap Severovostochnoi où il doit se trouver, comme nous l'avons dit plus haut, quelque terre vers le 80e de latitude, et de ce point elle redescend à la terre de Lakoff au 75e. Les îles qui sont entre cette terre et la côte d'Asie doivent rester à cette dernière: leur direction l'indique; elles sont liées au Swatoï-Noss par des sables et des glaces qui ne fondent jamais; au contraire, suivant le rapport de Tchwoïnoff que j'ai cité plus haut, le canal qui est entre ces îles et la Terre de Lokoff, a vingt-cinq lieues de large et le courant y est très-fort. La carte d'Arrousmith indique un grand banc de sable dans ce canal; mais la carte russe que j'ai sous les yeux, n'en fait pas mention. En outre, les îles Lakoff sont basses et sablonneuses comme la côte d'Asie, tandis que selon Tchwoïnoff, la terre de Lakoff est montueuse et vraiment continentale (1). Les pentes de cette terre sont inclinées droit au sud, et se rencontrent par conséquent avec celles de la Sibérie; de sorte que le canal est le réservoir de toutes les eaux.

Je ne chercherai pas à connoître comment et dans quelle région cette terre de Lakoff se joint au Groenland. Nous manquons de faits à cet égard. Il paroît que le Groenland est bordé au

(1) Sur la carte russe les îles Lakoff sont nommées, la plus grande, *Perwoï* et la plus petite, *Wtoroy*.

nord-ouest de plusieurs archipels qui, dans leur ensemble, tracent le contour de la baie de Baffin, en laissant plusieurs passages pour aller de cette baie à la mer de Lakoff. Si, comme on le croit, le Sound de James Lancaster est un de ces passages, nous devons le considérer comme la limite naturelle de la Colombie et de l'Ericie. Cependant il seroit possible que Repulse-Bay, golfe de la baie d'Hudson dont les côtes sont peu connues, communiquât par un ou plusieurs canaux avec la mer vue par Hearne et Mackenzie. Ce qui me le feroit croire, c'est que ce dernier voyageur a trouvé dans cette mer les mêmes poissons que dans la baie d'Hudson. Ce fait se concilie très-bien avec le Journal du capitaine Cluny, dont j'ai parlé au commencement de cet article. Néanmoins je crois devoir me conformer à l'opinion d'Arrowsmith, en regardant le sound de Jamee Lancaster comme le canal de séparation, et alors je terminerai l'Ericie de ce côté par le cap situé au nord-est de ce canal, et je l'appellerai le cap *Dancaster.*

De ce cap, opposé à celui de Baffin, la ligne viendra rejoindre le cap Farevel qui a été mon point de départ.

QUATRIÈME PARTIE DU MONDE.

L'Europasie.

La division de l'Europe et de l'Asie a été introduite dans un temps où les connoissances géographiques étoient à peu près bornées aux pays qui entourent la Méditerranée. Cette mer dut être regardée alors, comme une limite naturelle entre ce qu'on appeloit les *trois parties du Monde.* L'autorité des anciens, trop respectée dans les sciences et pas assez dans les arts, le pouvoir de l'habitude qui convertit les usages en lois, enfin la jalouse tyrannie de l'enseignement qui écarte avec soin toute innovation, ont consacré une distinction que rejettent la Géographie-Physique et les sciences naturelles. Au contraire, l'histoire et la politique la commandent; et il est bon de faire ici une observation. C'est que la suprématie dont l'Europe jouit depuis la prise de Troye, ne tient point, comme on le croit communément, à des causes physiques, mais bien à des causes morales. L'erreur dans laquelle on est à cet égard, a sa source, comme tant d'autres, dans l'alliage monstrueux et forcé de la Géographie-Physique, fille de la nature, et de la Géographie politique, fille de l'homme (1).

(1) *Voyez* la note 1 à la fin de cette partie.

Les

Les sciences naturelles ne reconnoissent point d'autres lois que les faits. Chaque fait nouveau donne de nouvelles lumières. A mesure que le recueil augmente, l'ordre des matières change en raison des rapports qu'on n'avoit pas encore aperçus, et qui exigent impérieusement des corrections et des réformes.

La plupart des géographes conviennent que la route qu'ils suivent est mal tracée; ils avouent que la ligne de limites entre l'Europe et l'Asie est de pure convention : car séparer deux contrées qui se touchent sur tous les points dans une étendue de près de mille lieues, les limiter, tantôt par des montagnes et des collines, tantôt par des rivières et des ruisseaux, quelquefois par des lacs, des déserts, des plaines, en un mot, par tout ce qu'on rencontre sur son chemin, c'est aller contre le sens commun et violer toutes les lois de la raison. Cependant on maintient une séparation aussi ridicule par une espèce de respect scholastique auquel on n'ose pas déroger. En France, j'ai été le premier, je crois, à ne faire de l'Europe et de l'Asie qu'une seule partie du monde (*). Quelques géographes allemands m'avoient devancé. Ces exemples n'ont pas été suivis. Peut-être serai-je assez heureux, malgré bien des erreurs et des négligences que je n'ai pu éviter dans ces Mémoires, pour qu'on adopte au moins les bases d'une méthode que j'ai puisée sans prévention dans la nature, unique source de toute vérité.

L'Europasie a une figure très irrégulière qui a de très-grands rapports avec celle de la Colombie. Les caractères spécifiques sont bien marqués. Au nord, les terres s'élargissent et s'abaissent en pente douce; au sud, elles se rapprochent et se terminent par des péninsules en général escarpées. Cependant nous aurons occasion de remarquer quelques analogies qu'il sera pourtant facile de ramener à la cause générale, qu'en apparence elles repoussent.

Je commence par la limite orientale. Du cap oriental qui marque le détroit de Béring, la ligne va au cap Tchoukotskoi qui termine au nord le golfe d'Anadyr; de ce cap à l'île d'Ao-Sima, au sud de celle de Fatsisio où, suivant M. de Krusenstein qui me sert de guide, les grands du Japon sont envoyés en exil (1); d'Ao-Sima à Formose, et de Formose aux îles Rintang

---

(*) *Voyez* le 1[er] vol. de l'*Essai sur l'Hist. de la Nat.* publié chez Arthus-Bertrand en 1815.

(1) *Voyez* la note 2 à la fin de cette partie.

qui sont au sud de la presqu'île de Malaca, et qu'on peut considérer comme des ramifications du cap Romania, lequel termine cette presqu'île.

Cette limite orientale est naturelle jusqu'à Formose. La chaîne d'îles qui court du Kamtchatka à Formose, est évidemment la chaussée encore presque entière des anciens lacs qui, par leur jonction à l'Océan, ont formé les mers d'Okotsk, de Tartarie, du Japon et de la Corée. Mais au sud de Formose cette chaussée se continue par les Bashées, les Philippines, Bornéo et les îles de la Sonde; de sorte qu'il est impossible de douter de l'ancienne jonction des deux parties de la chaussée. Cependant la chaussée méridionale devant, par des motifs que je développerai ailleurs, être comprise dans la Malasie, je marque le canal de séparation entre Formose et les îles Bashées où en effet est la grande passe pour entrer dans la mer de Chine.

Du cap Romania et des îles Rintang, je prends la ligne jusqu'à la Grande-Sambelong la plus méridionale des îles Nicobar; de la Grande-Sambelong à Pena-Moluque la plus avancée des Maldives vers le sud; de Pena-Moluque au cap Fartask sur la côte d'Hadramant en Arabie; de ce cap aux îles Roboaunes dans le détroit même de Rod-el-Maudes; de ces îles à l'isthme de Suez, à l'île de Chypre; à la Sardaigne par Candie et la Sicile; à Calpi au détroit de Gibraltar, enfin aux Açores où finit la limite méridionale.

Je dois justifier cette limite dans quelques points sujets à contestation.

Le détroit de Sincapura qui sépare la presqu'île de Malacca de l'île Sumatra, est regardé maintenant comme la limite naturelle de l'Asie vers le sud. Quoique je me trouve ici d'accord avec tous les géographes, je dois faire remarquer que Sumatra et les autres îles plus au sud, appartiennent à la chaîne des montagnes de l'Asie occidentale, qui par leur moyen se continue jusqu'à la Nouvelle-Hollande. La rupture de cette chaîne est due à un concours de causes qui ont opéré une dislocation plutôt qu'une séparation. Cependant cette séparation a été effectuée; elle est même de nature à être exactement déterminée malgré ses anomalies, et il ne s'agiroit pour cela que de multiplier les angles, ce dont j'ai cru devoir me dispenser pour éviter des détails fastidieux. Nous manquons d'ailleurs de cartes détaillées. On suppléera avec le temps à ce qu'il peut y avoir d'imparfait

dans la ligne de limite, depuis Formose jusqu'à la Grande-Sambelong. Ces deux points de reconnoissance étant invariables, il n'y aura à faire que de légères corrections dans l'espace intermédiaire, c'est-à-dire dans la mer de Chine et le détroit de Malacca, où la quantité d'îles est innombrable et par conséquent le canal de séparation très-sinueux.

Les îles Nicobar restent à l'Europasie, et en effet il ne m'a pas paru qu'elles eussent quelque connexion avec Sumatra. 1°. Il n'y a pas moins de quatre-vingts lieues marines entre la Grande-Sambelong avec Sumatra ; 2° la mer est libre et profonde dans ce canal ; 3° le sol de Sumatra est montagneux ; les îles Nicobar sont des terres basses et marécageuses; 4° ces îles font partie de la chaîne des Audaman, qui est elle-même un prolongement du cap Naigrais sur la côte du Pégie ; 5° enfin on doit les considérer comme des attérissemens du grand fleuve d'Ava, dont les sables repoussés par la côte de Sumatra placée vis-à-vis, se sont amassés et s'amassent encore aux îles Nicobar.

Tous les golfes de la côte méridionale de l'Asie ont été bien certainement des lacs. Il en a été de même de toute la mer des Indes, puisque les pentes de trois parties du monde aboutissent dans ce bassin, où celles d'Asie surtout versent d'énormes courans d'eau. Ces lacs étoient divisés par des chaussées qui couroient de tous les sens. La multitude d'îles, de brisans, de bancs de sables, sont des vestiges encore existans de ces chaussées. Parmi tant de points de reconnoissance il est difficile de choisir précisément ceux qui doivent être rangés dans chacune des trois parties du monde penchées vers le même bassin. Je me suis décidé par des analogies, et j'ai fixé le point le plus méridional de l'Europasie à Pena-Moluque, la plus australe des Maldives, parce que d'un côté, cet archipel est évidemment en rapport avec le cap Comorin; et de l'autre, les îles ou écueils plus à l'ouest et au sud m'ont paru se lier à l'Afrique, comme je le dirai en son lieu.

La mer Rouge est une vallée de toute ancienneté et de première formation, comme on le voit par la nature granitique, ou soit primordiale, des montagnes d'Arabie et d'Abyssinie. Ces montagnes sont tellement escarpées, leurs pentes si rapides et si rapprochées, qu'il ne coule du côté de la vallée que des torrens et des ruisseaux. Il n'y a nul doute, d'après cette disposition, qu'il ne s'est point formé de lacs dans les creux; mais il y a lieu de penser que du côté de la Méditerranée la vallée

a été ouverte dans les premiers temps, et qu'elle versoit dans le lac existant alors à l'embouchure du Nil, le peu d'eau qui s'amassoit dans la saison pluvieuse.

D'un autre côté, l'espace de la mer qui forme aujourd'hui le détroit de Bab-el-Mandeb, paroît avoir été occupé par une digue ou chaussée. La largeur totale de ce détroit est au plus de vingt lieues, et ce canal, déjà assez étroit, est encore obstrué par plusieurs îles ; les *Frères* du côté de l'Afrique, l'île Mehun au milieu, et les îles Roboaunes ou des Pilotes du côté de l'Arabie; de sorte que la plus grande passe n'a pas cinq lieues de large. La nature de ces îles, leur direction et les différens caractères géologiques indiquent qu'elles ont lié l'Arabie à l'Afrique; tandis que l'écartement et l'abaissement des deux chaînes d'Arabie et d'Abyssinie à la partie septentrionale, annoncent que l'isthme de Suez, qui d'ailleurs n'est qu'un amas de sables et de coquilles, n'a été formé qu'accidentellement et à une époque assez récente.

D'après ces indications on peut conjecturer que les lacs du golfe Persique et du golfe du Bengale, s'étant écoulés vers le sud par des débacles successives, furent contenus par la digue de Bab-el-Mandeb, et se versèrent dans les lacs de la mer des Indes qui s'épanchèrent eux-mêmes dans l'Océan Austral. Cet Océan ayant ensuite été reporté vers le nord par l'action centrifuge, acheva d'engloutir les terres basses, creusa plus profondément les golfes du Bengale et de la Perse, brisa la chaussée de Bab-el-Mandeb et s'engouffra dans la mer Rouge. Là, ses eaux comprimées, acquérant plus de vitesse et de force, ont dû jaillir en quelque sorte dans la Méditerranée, composée alors de plusieurs lacs qui, par cette irruption, se sont convertis en une seule mer. Cette mer a subsisté pendant quelque temps dans cet état, c'est-à-dire à un niveau plus élevé et égal au moins à celui de la mer Rouge avec laquelle elle communiquoit. La différence actuelle du niveau a été estimée d'environ trente pieds, par les savans Français de l'expédition d'Egypte. Elle devoit être alors plus considérable.

Cet état de l'ancienne Méditerranée paroît constaté par des faits historiques. Les prêtres d'Egypte disoient à Hérodote qu'il y avoit eu un temps où la vallée du Nil étoit couverte par les eaux jusqu'au *Nome Thébaïque*, et qu'elle formoit un vaste golfe d'environ cinq degrés du nord au sud. Divers autres faits de ce genre confirment ce rapport, et il paroît que la fable de l'Atlantide, si elle a quelque fondement, se rattache à cette époque.

Dans un temps plus rapproché de nous, la Méditerranée, accrue par la débacle du Pont-Euxin qui, d'après une idée heureuse de M. Barbié du Bocage, peut expliquer le déluge d'Ogygès, et faisant de continuels efforts contre les parois de son bassin, s'est fait jour par les colonnes d'Hercule, dans l'Océan Atlantique. Alors son niveau a baissé, d'autant que l'évaporation lui enlevoit plus qu'elle ne recevoit par les fleuves. Cet abaissement a forcé l'Atlantique de couler à son tour dans la Méditerranée. Le courant très-fort, né de cette cause bien reconnue, balayant tous les débris des terres, les dirigea vers la mer Rouge, où il trouva le courant de la mer des Indes. C'est la rencontre de ces deux courans, et le dépôt mutuel des parties terreuses dont les eaux étoient chargées, qui ont formé le détroit au nord et ont donné naissance à l'isthme de Suez. En effet cet isthme s'agrandit encore par les mêmes causes, auxquelles il faut joindre les attérissemens du Nil et le mouvement progressif des sables du désert. Ces changemens qu'avoue la Géographie-Physique, sont en outre confirmés par le témoignage de plusieurs auteurs anciens, et surtout par celui de Strabon qui dit, d'après Eratosthènes, que la communication du golfe Arabique avec la Méditerranée n'a cessé que lorsque celle-ci a ouvert le détroit de Gadès, et que ce n'a été qu'alors que l'isthme de Suez a paru (1).

L'isthme de Suez n'est donc qu'un lien factice entre l'Europasie et l'Afrique, et il est réellement la limite de ces deux parties du monde.

La ligne de démarcation que j'établis entre l'Europe et l'Afrique a besoin aussi d'être justifiée.

Du cap Rosat, qui marque à l'orient l'entrée de la Grande-Syrte ou golfe de Sidre, il part un banc de sable qui élève le fond de la mer sur une ligne qui passe aux îles de Malte, de Gozzo, de Pentellarie, au cap Bon et aux autres promontoires de la côte d'Afrique, allant aboutir aux îles Galita, vis-à-vis la Sardaigne. Ce banc ou cette ligne dont tous les points sont liés, doit être considéré comme l'ancien rivage de l'Afrique, et le golfe de Sidre comme un envahissement de la mer postérieure à l'irruption de la mer des Indes dans la Méditerranée.

Un autre banc règne du côté de l'Europe depuis la côte de Syrie jusqu'à celle d'Espagne. De ce banc qui formoit l'ancien

(1) *Voyez* la note 3 à la fin de cette partie.

rivage, il reste les îles de Chypre, de Candie, de Sicile, de Sardaigne et les Baléares qui toutes ensemble tracent une ligne parallèle à la précédente. Tous les espaces de mer compris en dedans de cette ligne, ne furent d'abord que des lacs dont on retrouve encore les anciens bassins en comparant les sondes; comme on en juge par les belles cartes en relief de M. Lartigue, ingénieur-géographe de la Marine; cartes qu'on a pu voir au salon d'exposition de 1806, et que ce savant estimable m'a permis de consulter.

Le canal compris entre les deux lignes est le point où les pentes de l'Afrique et de l'Europe se rencontrent, de sorte que c'étoit là que les eaux des lacs se dégageoient. L'irruption de la mer Rouge ayant brisé toutes les parties basses de la chaussée d'Europe, réunit, comme je l'ai dit plus haut, tous les lacs en une seule mer qui des rivages d'Europe reflua sur ceux d'Afrique et creusa le golfe de Sidre. Mais cette irruption d'une nature particulière, n'ayant pas été assez puissante pour détruire tous les vestiges des anciens rivages, nous devons considérer les îles de Chypre, de Candie, de Sicile, de Sardaigne comme la limite naturelle de l'Europe, puisqu'elles sont les restes de l'ancienne Terre. Les plus grandes profondeurs de la Méditerranée sont dans le canal dont je viens de parler. C'est dans ce même canal que le courant venant de l'Atlantique par le détroit de Gibraltar, se fait sentir avec le plus de force. Ainsi toutes les circonstances viennent à l'appui de la ligne de limites que j'établis.

Quant aux Açores on sait qu'elles ont une origine volcanique, et que par conséquent elles n'ont aucun rapport avec la côte orientale de la Colombie où il n'existe aucune trace de volcans. Ces îles ont au contraire plusieurs traits d'analogie avec l'Espagne. La carte d'Arrowsmith indique d'ailleurs plusieurs roches entre cette péninsule et l'archipel des Açores. Je crois ces motifs suffisans pour rattacher ces îles à l'Europasie, et les meilleurs géographes sont du même avis.

Je trace la limite occidentale de l'Europasie par une ligne tirée du sud-ouest au nord-est depuis Florès, la plus occidentale des Açores, jusqu'au cap Nord à l'extrémité de la Scandinavie, en passant par les îles Feroë et quelques rochers situés entre ces îles et les Açores.

Signalons ici une anomalie dans les caractères généraux des parties du monde. Toutes les pointes sont tournées vers le nord au lieu de l'être vers le sud. Il est facile d'en trouver la cause.

L'ancienne côte occidentale étoit tracée par ma ligne de limites des Açores au cap Nord. En dedans de cette côte les fleuves du Portugal, de la France, de l'Angleterre, de l'Allemagne et de toute la pente nord-ouest de l'Europe, se rendoient dans des bassins particuliers. Lorsque l'océan Austral fut soulevé et poussé vers le nord, il fut obligé de rétrograder, ainsi que je le dis dans la note 3, et dans cette rétrogradation il découpa en pointes vers le nord, la Scandinavie et l'archipel Britannique, en inondant tous les terrains bas et toutes les vallées jusqu'aux Alpes. Ces eaux en se retirant s'amassèrent dans tous les lacs de l'embouchure des fleuves, transformèrent tous ces lacs en une seule mer, et séparèrent du continent les hautes terres de l'archipel Britannique, aux bassins même où cette séparation avoit été commencée par la rencontre des pentes.

La limite septentrionale de l'Europasie se trace du cap Nord à la pointe de Kolokouskaya située au nord-ouest du golfe de la Petchorr, de cette pointe au Coisolin-Noss, vis-à-vis l'île Dolgoi; du Coisolin-Noss au détroit de Waigatch, au cap Leverovostochnoi, à l'île Wtoroy la plus septentrionale des îles Lakoff, au cap Schelatskoi, ou mieux, Talatskoi, à l'île Kalourukz, et enfin au cap Oriental d'où je suis parti.

On voit sur la carte que cette ligne forme alternativement des angles saillans et rentrans dirigés vers le nord; ce qui contrarie en apparence le principe de l'irruption des eaux de l'océan Austral. Observons d'abord que sur les cartes les pointes sont plus allongées qu'elles ne le sont réellement, à cause de l'augmentation croissante des latitudes qu'on est obligé d'admettre dans toutes les cartes réduites pour retrouver les positions. Néanmoins ces pointes existent, et sur plusieurs points la mer a fait de profondes excavations. Cette anomalie du même genre que la précédente, est produite par les mêmes causes, c'est-à-dire le reflux de l'océan Austral. Elle est une preuve de l'existence d'un continent arctique, puisque c'est ce continent qui, mettant obstacle à l'épanchement des eaux venues du sud, a dû les reporter sur les côtes septentrionales de l'Europasie et de la Colombie, qu'elles ont inondées et où elles ont déposé les terrains secondaires les plus anciens et les fossiles des régions australes (1). Ce reflux est donc une conséquence de notre principe des ir-

(1) *Voyez* la note 3 à la fin de cette partie.

ruptions du sud au nord. Son effet a été de porter et de déposer dans l'hémisphère boréal les terres et les différentes matières que l'irruption directe avoit enlevées à l'hémisphère austral. Aussi ne voit-on point dans le nord ces aspérités, ces escarpemens, ces coupures si remarquables dans le sud. Les montagnes septentrionales de l'Europe sont toutes de seconde formation et d'une hauteur médiocre ; elles finissent loin du rivage, ou n'y projettent que de foibles rameaux ; tout le terrain est en pente douce et les bancs de sable s'avancent fort loin, en comblant, pour ainsi dire, tous les golfes et toutes les excavations.

Ainsi ces caractères sont opposés à ceux des rivages méridionaux, et cette différence dans les effets montre assez celle qui a dû exister dans les causes.

NOTE I.

J'ai commencé l'impression d'un Traité de Géographie-Politique qui paroîtra l'hiver prochain. On y verra que cette science a besoin de réforme autant, pour le moins, que la Géographie-Physique.

Le monde politique ne sauroit être divisé de la même manière que le monde physique, puisque dans celui-ci rien ne change; et que dans celui-là les limites varient sans cesse, en raison des passions des hommes et de la puissance des peuples. Ce ne sera donc que dans l'histoire de l'homme qu'on pourra découvrir les lois de ce mouvement en apparence désordonné, et ces lois serviront à établir les divisions politiques d'une manière fixe dans les principes, quoique variable dans les applications.

J'ai observé qu'il y a toujours eu une région de la terre qui a exercé plus ou moins long-temps la suprématie. L'Europe a obéi avant de commander; elle a été barbare lorsque d'autres régions étoient civilisées. Depuis qu'elle s'est placée au premier rang, elle a su s'y maintenir : mais elle peut, elle doit en descendre et le céder à d'autres régions qui, par le progrès des lumières, seront tour à tour appelées au pouvoir.

Dans tous les temps cette région souveraine, quelle qu'elle soit, peut être considérée comme la grande métropole, et les autres comme de grandes colonies; parce qu'en effet la première exploite les secondes à son seul profit, fait aboutir chez elle toutes les

richesses,

richesses, et se constitue le centre de tout le commerce, de toutes les lumières et de tous les mouvemens.

Dans l'état actuel du monde politique, l'*Europe* est la *grande métropole* et forme la première division.

Il y a ensuite deux *grandes colonies* qu'on peut désigner sous les noms reçus d'*Indes Orientales* et d'*Indes Occidentales.*

Les limites de ces trois divisions politiques, les seules qu'on doive admettre, sont différentes de celles que tracent les géologues. Elles se déduisent des principes *historiques*, exactement définis, d'où découlent aussi toutes les sous-divisions.

Telles sont les idées générales qui font la base de mon Traité de Géographie Politique. J'ai cru devoir en dire un mot pour faire sentir jusqu'à quel point cette science diffère de la Géographie Physique, et combien il est nécessaire de raisonner les méthodes d'enseignement et d'en définir les principes. Suivre une fausse route, par cette seule raison que nos pères l'ont suivie, c'est pardonnable dans des temps d'ignorance : mais c'est arrêter les progrès de la science dans un siècle où tant d'illustres géomètres et naturalistes s'efforcent à l'envi d'épurer, de simplifier et d'étendre les moyens d'instruction.

NOTE 2.

Cette île d'Ao-Sima paroît être la même que l'île du Sud des cartes de d'Anville, et au sujet de ce père de la Géographie, je remarquerai que pour ce qui concerne l'archipel du Japon, les positions assignées par d'Anville se concilient on ne peut mieux avec celles de la carte de M. de Krusenstern. Au contraire, dans des cartes plus modernes qui passent pour être plus exactes que celles de d'Anville, on ne trouve point cette île d'Ao-Sima située au sud de Fatsisio, mais au contraire, une chaîne d'îlots prétendus volcaniques qui s'étend au nord de Fatsisio, et ces îles sont désignées sous le nom d'*îles de* 1664 *et de* 1716. M. de Krusenstern n'a point vu d'îles dans ces parages, et on doit les supprimer ainsi qu'une autre chaîne qu'on place au nord de Pena de les Picos et qui n'existe pas.

NOTE 3.

Voyez Strabon, liv. I, pag. 38 et 48.

On me permettra de rassembler quelques faits à l'appui de cette irruption de la mer Rouge dans la Méditerranée.

1°. On peut voir sur toutes les cartes, que les golfeset les baies de la côte d'Europe sont toutes inclinées du sud-est au nord-ouest, comme la mer Rouge, et que la mer Adriatique, le plus profond de ces golfes, est précisément sur la même ligne d'inclinaison que la mer Rouge dont elle semble être le prolongement.

2°. Les terres brisées de la mer Égée sont en face du courant qu'on supposeroit venir de la mer Rouge. Suivant la judicieuse remarque de Sonnini (*Voyage en Grèce et en Turquie*, tome I, pag. 344 et 345), toutes ces terres sont dirigées du sud au nord avec plus ou moins d'inclinaison, excepté les îles de Crête et de Chypre qui ont leur direction de l'est à l'ouest, et qui, par leur étendue et leur position, semblent être les points d'appui de tout l'archipel.

3°. M. Menard de la Groye, correspondant de l'Académie des Sciences, qui de tous nos savans est celui à qui la Géologie de l'Italie est la mieux connue, a démontré dans son Cours de l'Athénée de Paris, d'après l'autorité des savans italiens et ses propres observations, que les coquilles fossiles des collines sub-apennines appartiennent à des espèces qui en général habitent la mer des Indes et la mer Rouge.

4°. Il conste d'après le même savant, que ces formations sub-apennines sont d'une époque assez récente et postérieure à celles des pays au nord des Alpes. M. Raynieri a retrouvé dans le golfe Adriatique la plupart de ces espèces fossiles, et M. Brochi pense même que tous les fossiles sub-apennins doivent avoir leurs analogues dans la Méditerranée.

Ces faits et quantité d'autres qu'il seroit trop long de rapporter, ne peuvent s'expliquer que de la maniere suivante.

A. Le grand courant débouqué par le détroit de Suez, alors existant, s'est pratiqué plusieurs ouvertures dans une masse de terre (l'Atlantide de Platon peut-être), dont les îles de Chypre, de Candie, la Sicile, la Sardaigne..., sont des fragmens.

B. Une branche de ce courant a passé entre Chypre et Candie pour creuser les golfes de la mer Egée et morceler l'Archipel.

C. Une autre branche a passé entre Candie et la Sicile pour creuser le golfe Adriatique.

D. La même chose a eu lieu entre la Sicile et la Sardaigne, et à l'ouest de cette dernière île.

E. Les coquilles et les débris apportés par ces courans ont

été déposés sur toute la pente méridionale des montagnes de la Grèce, des Alpes et des deux côtés de l'Apennin, parce que cette dernière chaîne est dans la même direction que la mer Rouge, et par conséquent placée de manière à être baignée par le courant qui a creusé le golfe Adriatique et par celui qui a creusé la mer Tyrrhénienne.

F. Enfin cette irruption n'a pas été générale ni très-considérable, puisque ses dépôts ne se retrouvent point au nord des Alpes, ni à de grandes hauteurs; elle a dû être postérieure aux grandes irruptions de l'océan Austral, ce qui s'accorde également avec les Annales de l'Histoire et les faits géologiques.

Dans la supposition que l'océan Atlantique ait ouvert le détroit de Gibraltar, et ait produit les changemens dont nous parlons, aucun de ces faits ne peut s'expliquer.

A. Tous les golfes devroient être creusés de l'ouest à l'est.

B. Les fossiles n'auroient dû se déposer qu'aux pentes occidentales de l'Apennin, à moins que les eaux n'eussent passé par dessus la chaîne, ce qui est contraire aux observations.

C. Ces fossiles devroient avoir leurs analogues dans l'Atlantique et non dans la mer des Indes.

D. Enfin les faits historiques sont contraires à cette supposition.

L'irruption de la mer Rouge dans la Méditerranée me paroissant ainsi démontrée, il me semble qu'on pourroit, en combinant quelques autres faits, former des conjectures sur l'effet que doit avoir produit la rupture du détroit de Gibraltar sur la côte du Nouveau-Continent située à l'opposite de ce détroit.

1°. La pente orientale des Alleghany et toute la côte des États-Unis ont présenté à tous les observateurs les mêmes fossiles que ceux de l'Italie. M. le baron de Beauvois, de l'Académie des Sciences, à qui l'amour de la science a fait entreprendre de longs et périlleux voyages, a rapporté des Etats-Unis, outre d'immenses richesses botaniques qui l'intéressoient spécialement, quantité de minéraux et de fossiles, qu'il a eu la bonté de me laisser examiner à loisir. Parmi ces fossiles on remarque surtout cette belle coquille que M. Delamarck a nommée *perna maxillata*. Cette coquille conserve encore sa nacre; elle se trouve en quantité au bas d'un ravin près de Richemont en Virginie, à une vingtaine de lieues de la mer, dans du sable où sont aussi d'autres

coquilles, entre autres le *pecten maximus* (*ostrea maxima* de Linné) dont M. de Beauvois a un très-bel exemplaire. Les mêmes coquilles, avec la même abondance et les mêmes circonstances de gisement, se voient dans le Vicentin et dans plusieurs autres lieux de l'Italie ; et, ce qu'il y a de plus remarquable, c'est qu'on rencontre aussi dans les deux pays des glossopêtres et des restes de lamentins, des mêmes formes et dans les mêmes genres de terrain.

2°. M. Volney (*Tableau du climat et du sol des États-Unis d'Amérique*, tome I, pag. 46 et suiv.), dit que toute la plaine du côté de l'Atlantique, est un dépôt de sable apporté par l'Océan. Ce dépôt, dans lequel on trouve les fossiles dont j'ai parlé, ne s'étend qu'à une largeur qui varie de dix à trente lieues. Il s'appuie à l'intérieur sur un banc granitique qui n'est proprement qu'un sillon peu élevé, dans lequel cependant on ne trouve aucun vestige de fossiles et qui est bien certainement primordial.

3°. A l'occident des Alleghany, chaîne aussi primordiale, le terrain est tout différent de celui de la côte orientale. Un immense banc de calcaire compacte supporte le sol végétal de tout le bassin du Mississipi, et se relève sur le bord des montagnes longitudinales (les Alleghany à l'est et les Stouymountains à l'ouest) qu'il recouvre souvent à une assez grande hauteur, comme le manteau calcaire des Alpes si bien observé et décrit par Dolomieu. D'après le peu que nous savons sur le calcaire mississipien, il paroît qu'il présente absolument les mêmes caractères que le calcaire alpin qui s'étend, comme on sait, dans tout le nord-ouest de la France, et qu'on retrouve dans presque toute l'Allemagne.

4°. Les coquilles de ce calcaire, et même tous les fossiles qu'on trouve à l'ouest de l'Alleghany dans les formations anciennes, n'ont pas d'analogue. La même chose se remarque au nord des Alpes et de l'Altaï (en Allemagne et en Sibérie); le peu d'analogues qu'on a comparés à ces fossiles ne se trouvent que dans les mers Australes.

5°. En résumé, on peut dire que les terrains au sud des Alpes et à l'est des Alleghanys se ressemblent; et que ces terrains diffèrent essentiellement de ceux qui sont au nord des Alpes et de l'Altaï, ainsi que de ceux qui sont à l'ouest des Alleghanys et cela dans les mêmes rapports sur les deux continens.

On peut rendre raison de ces faits ainsi qu'il suit :

A. Irruptions anciennes et successives de tout l'océan Austral divisé en deux grands courans, dont l'un a remonté l'océan Pacifique et l'autre l'océan Atlantique. Ces deux courans ayant franchi le cercle polaire arctique ont dû être refoulés par les terres du continent boréal, et alors ils ont inondé, par un mouvement rétrograde, la zone tempérée de nos continens, savoir : jusqu'aux collines sub-altaïques et sub-apennines du nord dans l'Ancien-Monde; et dans le nouveau, tout le bassin du Mississipi. — En effet dans ces deux régions on trouve le même manteau calcaire et des circonstances géologiques à peu près semblables. Dans l'Ancien-Continent, la chaîne transversale qui court de l'ouest à l'est et qui se compose des Pyrénées, des Alpes, des monts Hœmus ou de Turquie, de l'Imaüs et de l'Altaï, paroît avoir été la seule barrière qui ait pu arrêter les flots soulevés de l'Océan, et qui l'ait forcé de déposer les matières apportées des mers Australes. Dans le Nouveau-Continent le même océan dans sa rétrogradation, ne rencontrant point de semblable barrière, puisqu'il n'y a d'autre chaîne transversale que le plateau du Canada, qui n'est qu'une plaine exhaussée, a inondé toute la vallée comprise entre les deux chaînes longitudinales, et est arrivé probablement jusqu'à la mer des Antilles; mais contenu latéralement par les deux chaînes, il ne les a point franchies et a recouvert leurs flancs intérieurs du même manteau qu'on voit au nord des Alpes et de l'Altaï.

B. Irruptions plus récentes et plus restreintes : 1° de la mer des Indes dans la Méditerranée par la mer Rouge; cette irruption hausse le niveau de la Méditerranée et inonde les collines sub-alpines du sud où elle dépose les fossiles dont les analogues, comme nous l'avons dit, se retrouvent dans la mer des Indes et dans l'Adriatique; 2° de la Méditerranée dans le golfe des Etats-Unis par le détroit de Gibraltar; le point le plus profond de ce golfe correspond au détroit de Gibraltar, et cette grande échancrure ne peut avoir été produite que par un courant dirigé de l'est à l'ouest; en outre nous avons vu que les fossiles des Etats-Unis et la nature du sol sont les mêmes qu'en Italie. — Ces deux irruptions ont donc été arrêtées, l'une par la chaîne transversale des Alpes, l'autre par la chaîne longitudinale de l'Alleghany dans lesquelles en effet le cours de la montagne est primordial, et n'a pas été recouvert par les eaux, puisqu'il n'y a point de fossiles. Au nord des Alpes et à l'ouest des Alleghanys,

les formations océaniques sont immenses et atteignent d'assez grandes hauteurs au pied des montagnes qui ont fait obstacle; mais au sud des Alpes et à l'est de l'Alleghany, elles sont peu considérables et très peu élevées; ce qui, avec la comparaison des fossiles, prouve que les premières de ces formations proviennent d'une cause générale et très-ancienne, et les secondes de causes particulières et plus récentes.

Ces idées exigent plus de développement; telles qu'elles sont elles me paroissent se concilier assez bien avec les faits recueillis jusqu'à ce jour.

(La suite au Cahier prochain.)

OBSERVATION

SUR LES AVANTAGES DU DATISCA CANNABINA DANS L'ART DE LA TEINTURE;

PAR HENRI BRACONNOT,

Professeur d'Histoire naturelle, Directeur du Jardin des Plantes et Membre de la Société Royale des Sciences, Lettres, Arts et Agriculture de Nancy.

LE datisca cannabina, connu aussi sous les noms de datisque ou cannabine, n'a été cultivé jusqu'à présent que dans les jardins botaniques ou paysagers, où il figure par son beau port : mais on ignoroit son utilité en teinture, et c'est sous ce rapport que je le recommande, comme fournissant une couleur jaune magnifique qui ne le cède point à celle que fournit la gaude avec laquelle elle a d'ailleurs beaucoup d'analogie, mais qui m'a paru plus vive et aussi solide.

Le datisca cannabina est une plante vivace, dioïque et de la famille des orties, qui croît naturellement dans l'île de Candie et dans quelques autres contrées du Levant; son aspect est celui du chanvre; sa racine, qui supporte les froids les plus rigoureux de nos hivers sans en être endommagée, pousse annuellement environ une centaine de tiges fassiculées de 8 à 10 lignes de diamètre à la base, elles s'élèvent à la hauteur de plus de 8 pieds (au moins dans l'individu femelle que j'ai mesuré) et forment un très-large buisson; elles sont garnies de feuilles la plupart longues d'un pied, d'un vert jaunâtre; alternes, ailées, avec impaire à 9, à 11 folioles lancéolées, aiguës, profondément dentées, incisées et glabres. Ses fleurs disposées en grappes et munies de bractées linéaires, naissent dans l'aisselle des feuilles supérieures.

La décoction des feuilles de datisca, essayée avec les réactifs,

s'est comportée, à peu de chose près, de la même manière que celle de la gaude.

L'acétate de plomb produit dans cette décoction un précipité jaune pâle, formé d'un acide végétal incristallisable, analogue à l'acide malique, et de matière gommeuse et colorante : si dans la liqueur surnageante on verse de la potasse, et qu'ensuite on y ajoute de nouveau de l'acétate de plomb, la liqueur se décolore presqu'entièrement; et il se forme un dépôt d'un jaune superbe qui conserve sa vive couleur après avoir été desséché et mis en poudre; si après avoir été bien lavé on le décompose par l'acide sulfurique, on en sépare la matière colorante qui est sèche, transparente comme une gomme, insoluble dans l'alcool, à moins que celui-ci n'ait été très-affoibli; alors il en dissout une partie, laquelle est semblable à celle qui ne s'est point dissoute; sa dissolution aqueuse n'est point affectée par l'acétate de plomb, mais le nitrate de mercure y forme un précipité; le sulfate de fer lui communique une couleur brunâtre foncée; l'alun une couleur jaune plus vive et plus intense, mais les acides la rendent plus pâle et les alcalis plus foncée.

Quoique je n'aie pas en vue de présenter l'analyse de cette plante, je crois devoir signaler une substance assez particulière qui m'a paru se rapprocher un peu de l'inuline; je l'ai obtenue en évaporant à une douce chaleur une décoction de datisca. En abandonnant cette liqueur pendant quelque temps, il s'en est séparé une matière cristalline granuliforme, qu'on peut obtenir plus facilement encore; en délayant de l'extrait de datisca avec de l'eau froide, il s'en sépare un sédiment qu'il ne s'agit plus qu'à traiter par l'eau bouillante qui dissout la matière dont il s'agit et laisse un résidu insoluble dans l'eau bouillante; à mesure que la liqueur se refroidit, il s'y forme une multitude de petits groupes d'un blanc jaunâtre formés de petits cristaux mous et demi-transparens, à peu près comme le sucre de raisin, et fusibles à une température un peu supérieure à celle de l'ébullition de l'eau. Ces cristaux ne sont pas sensiblement solubles dans l'eau froide. Exposés au feu, ils se boursoufflent, se colorent en répandant une odeur assez désagréable, mais qui m'a paru tenir un peu du caramel, et donnent à la distillation, de l'huile empireumatique et un liquide acide.

L'alcool froid à 36° n'a aucune action sur cette substance; mais lorsqu'il est bouillant il la dissout, et à mesure que l'alcool s'évapore, la matière cristallise à sa manière accoutumée. Elle

se dissout très-facilement dans une légère dissolution de potasse; en y ajoutant un acide, il ne se fait aucun changement au moment du mélange; mais bientôt après la matière dissoute se sépare de la liqueur et cristallise en petits grains blancs. Elle se dissout pareillement dans l'eau baryte, tandis que celle-ci précipite abondamment la dissolution d'inuline.

L'acide sulfurique concentré, aidé de la chaleur, la dissout sans qu'il se dégage d'acide sulfureux. Cette dissolution est précipitée abondamment par l'ammoniaque et par l'eau, tandis que celle d'inuline ne l'est pas par ce liquide d'après M. Gaultier.

L'acide muriatique concentré ne dissout pas sensiblement cette matière, même par le secours de la chaleur. Elle forme avec l'iode une combinaison jaune soluble dans l'eau froide. Une dissolution très-chargée de cette matière dans l'eau chaude, n'est nullement affectée par l'infusion de noix de galle : celle-ci, au contraire, précipite l'inuline à l'état d'une matière qui paroît légèrement glutineuse et élastique, comme l'a observé M. Gaultier.

J'ai constamment obtenu cette matière en opérant sur une petite quantité de feuilles de datisca; mais lorsque j'ai voulu évaporer une quantité un peu considérable de décoction de ces feuilles, je n'ai pu recueillir qu'une très-petite quantité de cette matière, probablement parce que les autres principes de la plante en réagissant sur celui-ci à l'aide d'une chaleur long-temps prolongée, en aura modifié les propriétés.

Quoi qu'il en soit, il me paroît, d'après les propriétés chimiques, et la tendance manifeste de cette matière à la cristallisation, qu'elle peut-être considérée comme un des principes immédiats des végétaux.

La couleur jaune du datisca s'attache bien au lin, au coton, à la soie, mais surtout à la laine, et on peut lui appliquer les procédés de teinture que l'on suit pour la gaude.

J'ai essayé de teindre de la laine non alunée avec de la gaude qui avoit cru dans le même terrain que le datisca : je n'ai obtenu qu'un jaune extrêmement foible, terne et fugace; j'ai répété le même essai avec la gaude du commerce, et le résultat a été le même, tandis que la décoction de feuilles de datisca bouilli avec de la laine et sans aucune autre préparation, lui a communiqué une jolie couleur serin qui résiste assez bien aux injures de l'air et de la lumière; mais si la laine a été préalablement alunée selon le procédé ordinaire, alors on obtient la

plus belle, la plus vive et la plus intense des couleurs, et qui a l'avantage d'être solide (1).

Je n'ai fait aucun essai sur l'individu mâle du datisca, ne l'ayant point à ma disposition : mais j'ai lieu de présumer qu'il est plus riche en couleur que la femelle ; au reste je me suis assuré que l'extrémité fleurie de celle-ci, ne fournissoit pas plus de matière colorante que les feuilles et les jeunes tiges ; mais lorsque ces dernières ont pris tout leur développement, elles en produisent infiniment moins, attendu la matière ligneuse qui y prédomine.

Il me paroît que la culture du datisca offrira des avantages considérables sur celle de la gaude : celle-ci est annuelle, ou du moins si on la sème au printemps, ce n'est que l'année suivante qu'on peut la récolter; elle ne s'élève qu'à un pied à un pied et demi dans un terrain médiocre. Le datisca est une des plantes herbacées les plus grandes, les plus rustiques et les plus vivaces que l'on connoisse. Elle croît dans tous les sols à toutes les expositions, n'exige aucun engrais ; une fois plantée dans un champ, elle ne réclame plus aucun soin ; d'ailleurs l'accroissement rapide de ses tiges, la quantité abondante de son feuillage, toutes ces considérations me font présumer qu'elle remplacera avec succès la gaude, dont la culture paroît très-profitable à ceux qui s'en occupent.

Puisque les jeunes pousses de datisca contiennent une plus grande quantité de matière colorante que les anciennes, et que sa croissance est prompte et précoce, il est à présumer qu'on pourra la faucher au moins trois ou quatre fois dans le cours de l'année.

On peut propager cette plante par ses graines semées en automne ; mais il faut avoir la précaution de les récolter sur les individus qui se trouvent dans le voisinage des mâles, car autrement elles resteroient stériles.

La multiplication du datisca peut aussi se faire par la séparation de ses racines au printemps, ou en automne quand ses tiges sont flétries.

---

(1) L'extrait de datisca délayé dans l'eau et bouilli avec la laine alunée, lui communique une couleur jaune aussi éclatante que celle que l'on obtient immédiatement avec la décoction de la plante.

Il paroît que la matière colorante jaune, qui d'ailleurs est fort répandue dans les végétaux, mais le plus souvent sans éclat, se retrouve plus particulièrement et dans un plus grand état de pureté, dans plusieurs plantes de la famille des orties; ainsi la grande ortie, surtout ses racines ont été conseillées pour teindre en jaune, les racines et les tiges de tous les mûriers fournissent une couleur jaune qu'on rencontre plus abondamment dans le morus tinctoria que l'on fait venir de Tabago pour l'usage de la teinture; mais cette couleur paroît fort terne lorsqu'on la compare à celle que fournit le datisca.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.			BAROMÈTRE MÉTRIQUE.			THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	
	heures. °	heures. °		heures. mill.	heures. mill.	mill.	°
1	à midi. +18,25	à 9 ½ s. +10 25	+18,25	à 9 ½ s.........755,75	à 4 ½ m.......748,12	751,72	17,5
2	à 10 ¾ m +20,00	à 4 ½ m. +10,60	+17,75	à midi.........758,10	à 4 ½ m.......757,12	758,10	17,6
3	à 3 s. +20,10	à 4 ½ m. + 9,00	+19,60	à 9 m.........758,62	à 4 ½ m.......757,56	758,60	18,1
4	à midi. +22,10	à 4 ½ m. +10,25	+22,10	à 7 ½ m.......757,44	à 10 ¼ s.......753,60	755 96	18,9
5	à 3 s. +22,25	à 9 s. +12,85	+20,10	à 9 s..........754,72	à 5 s..........752,20	753,04	18,2
6	à midi. +2[illegible] 25	à 4 ½ m. +11,25	+21,25	à 3 s.........761,02	à 4 ½ m.......758,81	761,90	18,9
7	à midi. +2[illegible],75	à 6 ½ m. +11,00	+22,75	à 9 m.........761,60	à 11 ½ s.......758,34	761,10	19,3
8	à 3 s. +26,10	à 4 ¾ m. +11,50	+25,90	à 7 ¼ m.......756.46	à 9 s..........753,12	755,00	20,0
9	à midi. +21,00	à 10 s. +13,75	+21,00	à 10 s.........756 16	à 4 ¾ m.......753,48	754.42	20,4
10	à midi. +20,00	à 4 ¾ m. +12,25	+20,00	à 9 ½ s........763,80	à 4 ¾ s........758,50	760,82	19,9
11	à 1 s. +20,75	à 4 ¾ m. + 7,10	+20,60	à 9 m.........765,80	à 5 s..........764,42	765,34	19,6
12	à midi. +23,25	à 4 ¾ m. +10,10	+23,25	à 7 m.........764,36	à 11 s.........761,44	763.50	20,5
13	à 4 ½ s. +24,85	à 4 ¾ m. +12,60	+22,60	à 9 m.........760,76	à 11 s.........758,00	760,16	21,4
14	à 3 s. +27,85	à 4 ¾ m. +14,25	+26,00	à 4 ¾ m.......755,32	à 9 s..........751 84	753,50	21,5
15	à midi. +22.60	à 5 m. +14,75	+22,60	à 10 s........ 751,80	à 5 m.........750,72	751.70	21,5
16	à 3 s. +20,50	à 5 m. +13,10	+13,50	à 9 s.........755,52	à 5 m.........752,40	753,32	21,4
17	à 3 s. +18,[illegible]0	à 5 m. +11,50	+16,60	à 10 ½ m.......758,58	à 9 s..........756,40	758 50	19,0
18	à midi. +16,85	à 5 m. +11,50	+16,85	à 9 s.........762 96	à 5 m.........757,94	760,50	18,7
19	à 3 s. +19,50	à 5 m. +11,00	+19,10	à 9 s.........764,20	à 5 m.........763,14	764,04	18,6
20	à midi. +15,35	à 5 m. +11,00	+15,35	à 6 m.........763,23	à 6 s..........760,92	762,32	18,0
21	à 4 s. +17,75	à 5 m. + 9,00	+16,75	à 10 ¼ s.......764,04	à 5 m.........761,80	763,50	18 5
22	à midi. +18,65	à 5 m. + 8,50	+18,65	à 9 m.........764,10	à 5 s..........762,78	763,42	18,5
23	à midi. +18.25	à 5 m. +11,50	+18,25	à 9 m.........762,40	à 5 s..........761,42	762,20	18,5
24	à 3 s. +18,40	à 5 m. + 8,50	+17,10	à 10 ¼ s.......762,82	à 5 m.........762,00	762,76	18,1
25	à midi. +18.50	à 5 m. +12,25	+18,50	à 9 ½ m.......763,82	à 5 m.........762,82	763,46	18,6
26	à 3 s. +18 50	à 5 m. + 9,00	+18,00	à 9 m.........763,00	à 6 s..........761.68	762,52	18,6
27	à 3 s. +18 25	à 5 m. + 9,50	+17,25	à 9 m.........762,70	à 3 s..........761,22	761,90	18,6
28	à 3 s. +19,85	à 5 m. + 8,75	+19,00	à 9 s.........763,60	à 5 m.........762,14	762,92	18,8
29	à 11 ¾ m +22,10	à 5 ¼ m. + 9,25	+21,50	à 9 m.........764,48	à 9 s..........761,32	763,88	19,8
30	à midi. +17,50	à 5 ¼ m. +10,50	+17,50	à 5 ¼ m.......758,90	à 9 s..........754,28	757.14	18,5
31	à midi. +14,55	à 9 ½ s. +11,75	+14,75	à 5 ¼ m.......747,00	à 5 s..........736,92	739,12	17,4
Moyennes	+20,16	+10,91	+19,43	760.10	757,34	758,94	19,1

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure......	765°80	le 11
Moindre élévation du mercure.........	736.92	le 31
Plus grand degré de chaleur.........	+27°85	le 14
Moindre degré de chaleur...........	+ 71,0	le 11
Nombre de jours beaux.......	11	
de couverts...........	16	
de pluie..............	11	
de vent...............	31	
de gelée..............	0	
de tonnerre...........	2	
de brouillard..........	9	
de neige..............	0	
de grêle..............	0	

NOTA. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

AOUT 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	62	O.		Très-nuageux.	*Pluie* forte averse.	Nuageux.
2	76	S-O.		Couvert.	*Pluie* par intervalles.	*Pluie* par intervalles.
3	62	O-S-O.		Nuageux.	Très-nuageux.	Très-nuageux.
4	59	E inf. O sup.		*Idem*, brouillard.	Couvert.	*Pluie* abondante.
5	83	N-E inf. S-O s.		Quelques éclaircis.	*Pluie.*	*Forte averse* à 7 h.
6	58	O.		Nuageux.	Nuageux.	Nuageux.
7	70	S-O.		*Idem.*	*Idem.*	Beau ciel.
8	60	*Idem.*	P.L. à 1h. 28'm.	Légers nuag., lég. br.	Légères vapeurs.	Petite *pluie*, écl. et ton.
9	62	O.		Très-nuageux.	Nuageux.	Couvert.
10	59	N-O.		Couvert.	Très-nuageux.	Nuageux.
11	58	S-S-O.	Lune apogée.	Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Beau ciel.
12	62	S-O.		Beau ciel, brouillard.	Légers nuages.	Trouble et nuageux.
13	67	*Idem.*		Nuageux, brouillard.	Très-nuageux.	Nuageux, éclairs.
14	58	*Idem.*		Couvert, br. épais.	Nuageux.	Couvert, éclairs.
15	59	*Idem* fort		*Pluie.*	Très-nuageux.	Beau ciel.
16	73	S O.	D. Q. à 5h 7'm.	Très-nuageux, pl.	Forte *averse.*	*Pluie* par intervalles.
17	70	O.		*Pluie* fine.	Couvert.	*Idem.*
18	71	O-N-O.		Couvert.	*Idem.*	Couvert.
19	67	N-O.		*Idem.*	Nuageux.	Très-nuageux.
20	86	O.		*Idem*, pl. à 7 h.	*Pluie* fine.	*Pluie* fine par interv.
21	68	N.		Nuageux.	Couvert.	Très-nuageux.
22	62	*Idem.*		Très-nuageux.	*Idem.*	Couvert.
23	53	N-O.	N.L. à 7h 11'm.	*Idem*, léger br.	Très-nuageux.	Très-nuageux.
24	66	N-E.	Lune périgée.	Quelques éclaircis.	Couvert.	Beau ciel.
25	58	*Idem.*		*Idem.*	Très-nuageux.	*Idem.*
26	61	*Idem.*		Très-beau ciel.	*Idem.*	*Idem.*
27	63	*Idem.*		*Idem.*	Nuageux.	*Idem.*
28	61	E.-N-E.		*Idem.*	Beau ciel.	*Idem.*
29	58	N-E.	P.Q. à 9h 52'.	Légers nuages, br.	Légers nuages.	*Idem.*
30	74	S-O.		Couvert, lég. brouil.	Couvert.	*Pluie* à 5 h.
31	94	*Idem.*		Couvert, pluie.	*Pluie.*	*Pluie* tonnerre.
Moy.	66					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du

N.	2
N-E.	5
E.	1
S-E.	0
S.	1
S-O.	11
O.	8
N.-O.	3

Therm. des caves { le 1er 12°,091 / le 16 12°,092 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 50mm75 = 1 p. 10 lig. 5 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, et pas exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

MÉMOIRE

RELATIF A L'INFLUENCE DE LA TEMPÉRATURE

ET DES PRESSIONS MÉCANIQUES

Sur l'Intensité du Pouvoir électrique des Métaux, et sur le Changement de Nature de leur Électricité;

PAR J. PH. DESSAIGNES.

DANS un précédent Mémoire j'ai fait connoître l'influence de la température et des pressions mécaniques sur l'intensité électrique des corps idio-électriques, et sur le changement de nature de leur électricité : il me reste à faire voir que les mêmes choses ont lieu pour les métaux. J'y procéderai de la même manière, en décrivant d'abord les phénomènes, et en en cherchant les causes par la voie de l'observation et de l'expérience.

J'ai soumis à mes recherches les métaux suivans : le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le zinc, l'antimoine, le bismuth, le fer, le plomb et l'étain. J'ai fait construire pour cela, un disque bien poli de chacun de ces métaux, semblable à ceux dont on se sert pour l'électromètre à pailles de Volta, et vissé comme eux par le centre à une tige de verre ou de cire à cacheter. Pour constater la nature de l'électricité, quand elle est foible, à chaque frottement que je fais subir au métal sur la manche de mon habit, en le tenant par sa tige d'isolement, j'apporte l'électricité qui a été produite sur le disque de cuivre de l'électromètre de Volta, et lorsque l'électricité accumulée est bien sensible par un écart des pailles de 6 à 8 millimètres, je présente à l'électromètre un bâton de cire à cacheter préalablement électrisé. Lorsqu'il ne s'agit que de s'assurer si le métal est électrisé, il est plus expéditif de faire usage d'une aiguille électrométrique très-mobile.

Phénomènes.

Premier Phénomène. Si l'on frotte en divers temps sur une étoffe de laine, des disques de métal isolés, on les trouve tantôt inexcitables, tantôt plus ou moins électriques.

Tous les métaux ne jouissent pas également du pouvoir électrique, il en est dont le pouvoir se développe avec plus d'intensité que celui des autres : ils sont aussi plus prompts à acquérir leur pouvoir et plus tardifs à le perdre. Leur excitabilité électrique me paroît être dans l'ordre suivant : le platine, l'or, l'argent, le cuivre, le zinc, l'antimoine, le bismuth, le fer, l'étain et le plomb.

Deuxième Phénomène. L'électricité des métaux est sujette à changer de nature. Tous indistinctement passent de l'état négatif à l'état positif, et du positif au négatif, et ce changement s'opère souvent dans le jour, quelquefois dans la même minute en continuant le frottement. Les plus variables sous ce rapport, sont : l'or, l'argent, le cuivre et le zinc : viennent ensuite le platine, l'antimoine et le plomb : puis le bismuth, le fer, et en dernier lieu l'étain. Le platine, l'or et l'argent sont le plus habituellement à l'état négatif; le cuivre, le zinc, le bismuth, le fer à l'état positif, l'antimoine et le plomb aussi souvent positifs que négatifs, et l'étain presque toujours négatif.

Troisième Phénomène. Toutes les fois que l'électricité veut changer de nature, et que ce changement s'opère graduellement, on remarque qu'elle s'affoiblit de plus en plus sous un même frottement, et qu'elle finit par disparoître entièrement; le métal reste ensuite inexcitable pendant quelques secondes plus ou moins, malgré que l'on continue à frotter, après quoi il reparoît électrique, mais d'une électricité différente de la première, et cette électricité, si l'on continue le frottement, est susceptible de s'accroître progressivement de la même manière que l'autre s'est affoiblie.

Quatrième Phénomène. L'électricité des métaux ne change de nature que lorsque leur pouvoir électrique se développe graduellement, ou qu'il s'affoiblit de même. Dans cette double circonstance, le platine, l'or, l'argent, le cuivre et le zinc se trouvent ordinairement positifs lorsque leur pouvoir est naissant, négatifs lorsqu'il est développé, et positifs lorsqu'il s'affoiblit. L'électricité de l'antimoine, du bismuth et du fer est au con-

traire négative lorsque le pouvoir est naissant, positive quand il est développé, et de nouveau négative lorsqu'il est très-affoibli. Le plomb et l'étain sont très-foiblement positifs lorsque leur électricité commence à naître, négatifs lorsqu'elle est développée, et de nouveau positifs lorsqu'elle est très-affoiblie.

Cinquième Phénomène. Si l'on prend un petit écu bien lisse, qu'on l'attache par la carne à un bâton de cire à cacheter, et qu'en le laissant reposer sur le marbre d'une commode pendant quelques mois, on le frotte tous les jours alternativement par les deux surfaces sur une étoffe de laine, on le trouve quelquefois positif par l'une des faces et négatif par l'autre. La même chose a lieu avec l'or, le cuivre, le zinc et le plomb.

Sixième Phénomène. Lorsqu'un disque de métal se dispose à changer d'électricité, souvent on l'obtient négative par un frottement léger, nulle par un frottement un peu plus fort, et positive par un frottement plus considérable; souvent, au contraire, elle est positive par un frottement léger, nulle par un frottement modéré, et négative par un frottement fort. Dans la même circonstance les mêmes changemens ont lieu en frottant alternativement le métal par la carne du disque et par l'une de ses faces, ou sur une étoffe de laine rapée et sur une autre toute neuve, ou sur une étoffe de laine noire et sur une autre de laine blanche, ou sur de la laine teinte ou non et sur de la soie. J'ai observé tout cela particulièrement avec l'or, l'argent, le cuivre, le zinc et le plomb. Quand le pouvoir est bien développé, l'électricité est constamment la même sous tous ces divers frottemens.

Septième Phénomène. Quand le pouvoir électrique des métaux se développe graduellement, on remarque qu'il est plus lent à se développer et à changer d'état électrique dans un petit disque semblable à une monnoie de cuivre, que dans un grand disque de même métal, tandis que le contraire a lieu lorsque le pouvoir s'affoiblit.

Tels sont les principaux phénomènes qu'offrent les métaux lorsqu'on éprouve leur électricité dans les différentes saisons de l'année et à diverses époques du jour.

Observations.

Ces phénomènes paroissent dépendre des modifications de l'atmosphère, particulièrement de la température. C'est du moins ce que l'observation autorise à conclure.

Première

Première Observation. Le pouvoir électrique des métaux est inexcitable dans les temps chauds et humides. Il reste dans cet état toute la journée et les jours suivans, tant que l'air ne devient pas refroidissant, ou que par le refroidissement de la nuit, il ne perd de sa température que ce qu'il avoit acquis la veille par la chaleur du jour. Si l'air vient au contraire dans la nuit à se refroidir très-lentement et par degrés, de manière que le lendemain le thermomètre soit de 4 ou 5° cent. plus bas que la veille à la même heure, on trouve bien encore alors tous les métaux inexcitables le matin; mais à mesure que la température de l'atmosphère s'élève, on voit peu à peu leur pouvoir renaître et croître en intensité jusqu'à 3 heures après midi; après quoi il s'affoiblit progressivement, et finit par disparoître entièrement sur le soir ou pendant la nuit.

Ainsi le refroidissement lent et gradué de l'atmosphère ne procure aucune tension au pouvoir électrique des métaux, mais il le dispose à en acquérir par les progrès de la chaleur diurne.

Deuxième Observation. Si le refroidissement de l'atmosphère a lieu plus ou moins rapidement par un vent de nord, nord est, ou nord-ouest, ou que sous un ciel calme, un air vif ou piquant succède promptement à un temps doux, de manière à faire baisser dans quelques heures le thermomètre jusqu'à 0°, comme cela a lieu dans les nuits de l'automne ou du printemps, alors tous les métaux qui étoient inexcitables auparavant, se trouvent d'autant plus électriques par frottement, que le refroidissement est plus prompt et plus intense. Cette influence du froid a lieu également dans un temps humide.

Lorsque le pouvoir électrique est ainsi développé par le froid, il est susceptible de s'accroître par les progrès de la chaleur diurne, pourvu toutefois qu'elle ne s'élève pas au-delà de 15 à 20° cent. Si la chaleur va dans le jour à 25° ou au-dessus, il s'affoiblit au contraire de midi à 3 heures, et finit souvent par disparoître entièrement pendant cet intervalle de temps. Il n'est pas rare de voir les métaux conserver en apparence, malgré la chaleur, leur intensité électrique; mais on ne tarde pas à s'apercevoir que leur pouvoir a réellement perdu de sa force; car il suffit alors de leur faire subir un ou deux frottemens forts, pour leur faire perdre la propriété électrique.

Troisième Observation. Le refroidissement de l'air après être parvenu dans l'hiver à un certain degré d'intensité, devient sou-

vent stationnaire et persévère plusieurs jours dans cet état. Dans cette circonstance, les métaux deviennent de plus en plus moins électriques, et se trouvent bientôt tout-à-fait inexcitables lorsque la température ne s'élève pas sensiblement dans le jour. Dans le cas contraire, ils sont encore inexcitables le matin et le soir, mais dans le cours de la journée ils deviennent plus ou moins électriques, suivant les progrès de la chaleur diurne.

Lorsque le pouvoir électrique n'est pas encore éteint par le froid, mais seulement très-affoibli, on remarque que les métaux, quoique un peu électriques par un frottement léger, deviennent inexcitables par un frottement fort. Cela n'a pas lieu quand le pouvoir n'est pas affoibli.

Quatrième Observation. Quelle que soit la force électrique des métaux sous un air sec et refroidissant, leur pouvoir disparoît pour toujours lorsque le temps vient à se radoucir rapidement et que la chaleur augmente. J'ai vu dans le mois de juillet 1812, tous les métaux devenir inexcitables, et rester dans cet état pendant six à sept jours par un temps calme et pur de nord est, le thermomètre étant le matin à 22° cent., à midi à 25, et l'hygromètre constamment au-dessous de 80°.

Cinquième Observation. 1°. Les disques de platine, d'or, d'argent, de cuivre et de zinc sont positifs dans les temps les plus doux de l'hiver. Le refroidissement de l'atmosphère les fait passer à l'état négatif. Si le froid continue et devient stationnaire, on les trouve le matin inexcitables ou positifs, et ils deviennent négatifs vers le milieu du jour lorsque la température monte. Sous un froid plus intense et également continu, je les ai vus négatifs le matin, puis positifs à 10 heures, et fortement négatifs de midi à 3 heures lorsque la température de l'air se rehausse; sur le soir ensuite à mesure que l'air se refroidit, ils repassent successivement par tous les états qu'ils ont parcourus dans le jour, et se retrouvent le lendemain comme ils étoient la veille.

Ainsi ces métaux sont négatifs lorsque la tension du pouvoir est forte, et ils deviennent successivement positifs et négatifs lorsque le pouvoir est progressivement affoibli par l'influence du froid. Ils sont donc susceptibles de parcourir trois états électriques bien distincts.

En été, dans les temps secs et refroidissans, ils sont toujours négatifs; ils deviennent posisifs lorsque la chaleur affoiblit leur pouvoir. Quelquefois même, la chaleur continuant, ils passent

à un second état négatif; mais cela a lieu plus fréquemment pour le zinc, le cuivre et l'argent, que pour le platine et l'or.

Il est à remarquer que dans le refroidissement progressif le platine, l'or et l'argent sont les premiers à changer d'électricité, le cuivre et le zinc les derniers. C'est le contraire lorsque la température de l'air se rehausse. De petits disques de ces métaux sont également plus tardifs à changer d'électricité que les grands disques par le froid, et plus prompts qu'eux, au contraire, par la chaleur. C'est pour cela qu'en été on voit quelquefois les petits disques de zinc, de cuivre et d'argent parcourir successivement quatre états électriques lorsque le pouvoir descend de son plus haut point de développement au plus grand degré d'affoiblissement.

2°. L'antimoine, le bismuth et le fer se trouvent au contraire toujours positifs dans les fortes tensions de l'hiver; lorsque le froid plus intense et continu débilite le pouvoir, ils deviennent négatifs, et ils reparoissent positifs quand le temps se radoucit. Dans les jours froids de l'été ils sont positifs; ils deviennent négatifs dans les fortes chaleurs de cette saison, particulièrement les petits disques.

3°. Le plomb et l'étain sont toujours plus ou moins fortement négatifs en hiver à la première impression du froid; lorsque le froid devient plus intense et continu, ils sont foiblement positifs. En été, ils sont négatifs dans un temps froid et positifs dans les fortes chaleurs. Cela a lieu très-rarement pour l'étain et très-fréquemment pour le plomb.

Expériences directes.

L'expérience confirme les résultats de l'observation.

Premier Fait. Lorsque les métaux sont bien électriques par l'influence d'un air froid, si l'on mouille d'éther la surface inférieure d'un disque, et qu'après l'évaporation on le frotte sur une étoffe de laine, on le trouve beaucoup plus électrique qu'auparavant. On produit le même effet en lui faisant toucher un instant la surface d'un mercure qu'on a laissé refroidir à l'air extérieur. On peut faire cette expérience avec un disque de platine ou de cuivre.

Si les métaux ne sont électriques que par l'influence de la chaleur diurne, alors le plus léger refroidissement affoiblit toujours leur électricité.

Lorsque les métaux sont naturellement inexcitables dans un temps chaud, ils deviennent en les refroidissant, plus ou moins électriques, suivant le degré d'élévation de la température moyenne de l'air. S'ils sont inexcitables en hiver par l'effet d'un froid continu, on a beau les refroidir, ils ne manifestent aucune électricité tant qu'ils restent froids, mais aussitôt qu'ils ont repris la température libre de l'appartement, ils le deviennent et persévèrent ensuite dans cet état toute la journée.

Deuxième Fait. Quelle que soit la force de l'électricité des métaux, si on les refroidit avec de l'éther plusieurs fois de suite, ou qu'on les applique par intervalles sur du mercure refroidi artificiellement au moyen d'un mélange frigorifique, ils deviennent d'abord plus électriques par frottement sur laine à la première impression du froid; en continuant à les refroidir, peu à peu leur électricité s'affoiblit, puis elle s'éteint, reparoît et disparoît plus ou moins de fois, et cesse enfin pour toujours de reparoître. En les laissant revenir à la température libre, ils reprennent ensuite peu à peu leur pouvoir et manifestent les mêmes alternatives d'électricité et d'inexcitabilité, jusqu'à ce qu'ils soient parvenus à leur premier point de départ : il est à remarquer qu'ils sont alors plus électriques qu'avant l'expérience.

On peut produire le même effet dans les jours les plus froids de l'hiver, en les exposant pendant quelque temps à l'air extérieur, avec l'attention toutefois de conserver au dedans la tige d'isolement.

Lorsque la tension du pouvoir électrique est considérable dans un temps sec et froid, il faut un refroidissement de 5 ou 6° cent. pour l'éteindre, quelquefois même de 12° cent. au-dessous de 0°; dans d'autres temps il suffit de les refroidir à 0°.

Troisième Fait. Si l'on conserve le disque métallique dans l'appartement, et que l'on fasse refroidir au-dehors la tige isolante seule jusqu'à 0°, le disque métallique vissé à cette tige n'est plus électrique par frottement sur laine, tandis qu'il l'est beaucoup avec une autre tige de même nature non refroidie. Cela a lieu dans les temps les plus secs et avec une tige de cire à cacheter, le métal redevient électrique avec cette même tige, aussitôt que celle-ci a repris la température de l'appartement; le pouvoir électrique de la tige isolante exerce donc une action sur celui du disque métallique.

Quatrième Fait. 1°. Lorsque le platine, l'or, l'argent, le cuivre

et le zinc sont naturellement positifs dans un temps doux d'hiver, si on les refroidit légèrement avec de l'éther ou qu'on leur fasse seulement toucher du mercure froid, ils deviennent à l'instant fortement négatifs par frottement.

Lorsque ces métaux sont naturellement négatifs dans un temps sec et refroidissant, si on les refroidit comme ci-dessus, ils n'en deviennent d'abord que plus fortement négatifs. Si on leur fait ensuite toucher du mercure refroidi artificiellement jusqu'à —12° ou —15° cent., par des contacts très-courts d'abord et par suite plus prolongés, et qu'à chacun de ces contacts on les frotte sur une étoffe de laine pour éprouver leur électricité, celle-ci s'affoiblit de plus en plus, puis elle devient successivement nulle, positive, nulle, négative, nulle, positive et définitivement nulle. Si on les laisse alors revenir à la température libre, ils repassent de nouveau par tous les états qu'ils ont parcourus en se refroidissant, et se trouvent à la fin plus négatifs qu'avant l'expérience.

Ces métaux ne sont pas également susceptibles de parcourir dans leur refroidissement ces quatre états électriques. Le cuivre y parvient plus aisément que les autres, il suffit de le laisser sur la fin un quart d'heure en contact avec le mercure froid; j'ai remarqué qu'il est des temps où l'on ne peut les faire changer qu'une ou deux fois d'électricité, même le cuivre, tandis que dans d'autres temps ils en changent trois fois sans que l'on soit obligé à un plus grand refroidissement.

Souvent dans l'acte du refroidissement quelques-uns de ces changemens échappent à l'observation, parce que le refroidissement se fait par saut ou par une progression trop rapide; mais on les aperçoit toujours bien distinctement lorsque les métaux reviennent à la température libre.

2°. L'antimoine, le bismuth et le fer traités de la même manière, deviennent plus fortement positifs à la première impression du froid : un refroidissement plus fort et plus ou moins prolongé les rend successivement inexcitables, négatifs, et ils ne vont pas au-delà; à mesure qu'ils se réchauffent ensuite ils reviennent à leur premier état.

3°. Le plomb et l'étain deviennent plus fortement négatifs à la première impression du froid : un refroidissement plus intense et prolongé les rend inexcitables; il leur faut une plus longue exposition au froid qu'aux précédens pour les rendre positifs. Comme on ne peut les laisser sur le mercure long-temps sans

courir le risque de les dissoudre, il faut les exposer à l'air extérieur lorsqu'il est sec et très-froid, et les y laisser le temps convenable.

Tous les métaux peuvent également éprouver ces changemens d'électricité, en les exposant plus ou moins de temps à l'air extérieur dans un temps sec et froid. Quand on ne veut leur faire subir qu'un seul changement, il suffit souvent de les exposer un instant à un courant d'air froid. Il est digne de remarque que dans cette circonstance j'ai trouvé plusieurs fois les petits disques d'or, d'argent, de cuivre, de zinc et de plomb négatifs par la surface exposée au courant d'air, et positifs, par celle qui touchoit au bois de la table sur laquelle ils étoient. J'ai produit le même effet en ne leur faisant toucher que par l'une de leurs faces, du mercure exposé à l'air extérieur; mais cela n'a lieu que lorsque l'impression du froid n'est pas trop vive.

Cinquième Fait. Lorsque la tension du pouvoir électrique est forte, si l'on chauffe au soleil, ou que l'on approche du feu pendant quelques instans, un disque de métal sans tige d'isolement, et qu'après l'avoir vissé à une tige non chauffée on le frotte sur de la laine, on le trouve beaucoup plus électrique qu'auparavant. Le même effet a lieu en chauffant la tige, et en conservant le disque à la température libre. Le disque chaud vissé à une tige de cire à cacheter refroidie jusqu'à 0°, est inexcitable aux premiers frottemens, il le devient aussitôt que la chaleur s'est communiquée à la tige. Cette influence de la chaleur sur le disque ou sur la tige est presque nulle dans toutes les saisons, lorsque le pouvoir électrique est affoibli par un temps doux et humide.

Lorsque les métaux sont naturellement inexcitables, on les rend plus ou moins électriques par frottement, en chauffant le disque ou la tige d'isolement. Cette électricité est toujours foible quand l'inexcitabilité des métaux est produite par l'élévation de température de l'atmosphère. Elle est au contraire plus ou moins forte pendant l'hiver lorsque l'inexcitabilité est due à un froid vif et continu.

Sixième Fait. Quelle que soit l'intensité électrique des métaux, ils n'acquièrent du pouvoir par la chaleur que jusqu'à un certain degré. En effet, si l'on continue à les chauffer progressivement et que par intervalles on les frotte sur une étoffe de laine, on voit leur électricité s'affoiblir peu à peu, puis successivement s'éteindre, se ranimer, et enfin disparoître tout-à-fait. En les laissant refroidir, ils redeviennent ensuite électriques comme auparavant.

On peut éteindre également leur pouvoir électrique en les frottant vivement avec un polissoir de feutre, ou une étoffe de laine qu'on presse fortement sur le disque.

En hiver, dans les temps de forte excitabilité, particulièrement sur le soir lorsque le froid redouble d'activité, il est très-difficile d'éteindre leur pouvoir par la chaleur ou par la pression. Dans cette circonstance, il m'a fallu chauffer le platine, l'or, l'argent, le cuivre et le zinc jusqu'au-dessous d'un commencement de rougeur. On ne peut alors les frotter sur de la laine que lorsqu'ils sont suffisamment refroidis pour ne pas brûler l'étoffe. Les autres métaux n'exigent pas une température aussi élevée. En été et dans les temps doux d'hiver, tous n'ont besoin d'être chauffés que jusqu'à 50 ou 60° cent. pour perdre leur pouvoir.

On peut encore éteindre le pouvoir électrique des métaux, lorsque sa tension est foible, en ne chauffant jusqu'à un certain degré que la tige de cire à cacheter qui sert à les isoler. Lorsque la tension électrique est considérable, cette tige chauffée jusqu'à un commencement de fusion, ne fait qu'augmenter l'intensité électrique. Je n'ai pas fait la même épreuve avec une tige de verre, parce qu'il faut la chauffer beaucoup plus fort, et qu'alors elle n'est plus maniable.

Septième Fait. 1°. Si l'on chauffe progressivement le platine, l'or, l'argent, le cuivre et le zinc, lorsqu'ils sont fortement négatifs par l'influence d'un air sec et refroidissant, on les fait devenir successivement inexcitables et positifs par frottement sur laine. On produit le même effet en frottant vivement et en pressant de même les disques métalliques avec un polissoir de feutre. Il est plus difficile de les faire changer d'électricité en hiver qu'en été, et en hiver ils opposent moins de résistance le matin ou dans le cours de la journée que sur le soir.

Si après avoir chauffé les métaux et les avoir ainsi rendus positifs, on frotte fortement avec un polissoir de feutre, et pendant long-temps, leurs disques, et que par intervalles on les passe légèrement sur une étoffe de laine pour éprouver leur électricité, on voit celle-ci devenir peu à peu moins positive, puis successivement nulle, négative, nulle et positive. En les abandonnant alors à eux-mêmes et en les éprouvant de temps en temps, ils repassent ensuite par tous les états qu'ils ont parcourus dans la friction, et se retrouvent à la fin négatifs comme avant l'expérience. On ne réussit pas toujours à leur faire parcourir ainsi ces quatre états électriques; souvent on ne peut les faire changer

d'électricité que deux fois : le platine et l'or opposent plus de résistance que les autres. J'ai remarqué qu'en général on ne parvient à leur faire subir ces quatre changemens en hiver que lorsque le temps commence à se radoucir.

2°. L'antimoine, le bismuth et le fer, qui sont naturellement positifs dans un temps sec et refroidissant, deviennent négatifs en les chauffant ou en les frottant, et ils ne vont pas au-delà.

On y réussit plus aisément en été qu'en hiver. Il est cependant un moyen de les faire changer promptement d'électricité en hiver; c'est de faire refroidir le métal jusqu'à 0° ou au-dessous pendant quelque temps, et de les chauffer ensuite.

3°. Le plomb naturellement négatif dans un temps sec et refroidissant, devient positif en le chauffant ou en le frottant fort, et il s'arrête là. En traitant de même l'étain, je n'ai pu le rendre inexcitable; cependant je l'ai trouvé naturellement positif dans les jours chauds et humides de l'été.

Huitième Fait. Lorsque l'or, l'argent, le cuivre et le zinc sont encore foiblement négatifs en hiver dans un temps qui commence à se radoucir, si l'on fait chauffer progressivement auprès du feu la tige de cire à cacheter qui leur sert d'isolement, et qu'on la visse de temps en temps à l'un de ces métaux, il se trouve positif par frottement, tandis qu'il ne cesse d'être négatif avec une tige de même nature non chauffée. Dans les temps chauds et humides de l'été, lorsque ces métaux sont encore positifs, ils deviennent négatifs en faisant chauffer la tige au soleil.

Conclusion.

Tous ces faits, d'accord avec l'observation, me portent à regarder comme constant, 1° qu'un refroidissement lent et gradué ne procure aucune tension au pouvoir électrique des métaux, mais la dispose à en acquérir par les progrès de la chaleur diurne, qu'un refroidissement plus ou moins intense et plus ou moins rapide, fait naître et développe proportionnellement leur pouvoir; que ces mêmes degrés de froid l'affoiblissent et le font disparoître lorsqu'ils deviennent stationnaires et continus; 2° que le platine, l'or, le cuivre, l'argent, le zinc, le plomb et l'étain sont constamment négatifs par frottement sur laine lorsque leur pouvoir électrique est bien développé, et positifs quand il est affoibli; tandis que l'antimoine, le bismuth et le fer sont toujours positifs dans le premier cas, et négatifs dans le second; 3° que lorsque

ce

ce pouvoir descend graduellement du plus haut point de son développement au plus grand degré de son affoiblissement, ou lorsqu'il remonte de celui-ci au précédent, les cinq premiers métaux, particulièrement leurs petits disques, sont susceptibles de parcourir quatre états électriques, un négatif et un positif forts, un négatif et un positif foibles, tandis que les autres n'en parcourent que deux, avec cette différence entre eux, que l'antimoine, le bismuth et le fer vont et viennent du positif fort au négatif foible et de celui-ci au précédent, et que le plomb et l'étain descendent au positif foible et ne s'élèvent pas au-delà du négatif foible; 4° que chaque changement d'électricité qui a lieu lorsqu'on fait varier graduellement les forces de leur pouvoir électrique, est toujours précédé d'un état neutre dans lequel les métaux se trouvent inexcitables pendant plus ou moins de temps, suivant les progrès du développement ou de l'affoiblissement de leur pouvoir.

On a dû remarquer que l'electricité ne change de nature qu'en faisant varier l'une des forces qui se pressent dans le frottement. Le changement d'électricité est donc le résultat d'un changement de rapport dans les forces qui agissent l'une sur l'autre dans la production de l'électricité, c'est-à-dire, que celle qui étoit supérieure devient inférieure et l'inférieure supérieure.

Puisque les cinq premiers métaux sont toujours négatifs par frottement sur laine, quand leur pouvoir électrique est bien développé et positif, quand il est un peu affoibli, on doit en conclure que dans le premier cas le pouvoir électrique de ces métaux est supérieur à celui de la laine, et que dans le second il lui est inférieur. Ce qui le prouve, c'est qu'à mesure que le pouvoir du métal s'affoiblit, l'électricité devient nulle avant que de changer de nature. Cet équilibre momentané des forces n'annonce-t-il pas qu'elles changent de rapport entre elles? L'électricité négative seroit donc le partage du corps qui dans le frottement a le plus de vertu électrique, et la positive, celui du corps qui en a le moins.

Il est vrai qu'en affoiblissant davantage le pouvoir électrique de ces métaux, ils sont susceptibles, après avoir paru positifs, de redevenir négatifs par frottement sur la même étoffe, quoique leur pouvoir soit alors dans un plus grand rapport d'infériorité avec celui de la laine. Dans ce cas, l'état négatif seroit le partage du pouvoir le plus foible; ce qui est contradictoire avec l'énoncé précédent. Il est impossible de lever cette contradiction et de

concilier les faits autrement, qu'en supposant que lorsque dans le frottement l'un des pouvoirs qui se pressent jouit d'une trop grande supériorité de force sur l'autre, il devient, dans l'acte de la pression, inférieur au plus foible par l'excès même de sa force, en ce sens que le pouvoir le plus foible se fortifie en se resserrant sur lui-même, et que le plus fort s'affoiblit en se détendant proportionnellement.

Cela doit être ainsi. En effet : il est certain que l'électricité ne change de nature que lorsque les forces changent de rapport entre elles : or si le pouvoir électrique de ces métaux est plus foible que celui de la laine quand ils sont positifs par frottement, il s'ensuit qu'il lui est supérieur quand ils redeviennent négatifs après avoir affoibli plus fortement leur pouvoir. Ce second changement d'électricité, lorsqu'il s'opère graduellement, n'arrive jamais qu'après un affoiblissement progressif de la première électricité et un état d'inexcitabilité subséquent dans lequel les forces sont momentanément en équilibre. Cela n'annonce-t-il pas que le rapport de supériorité de l'une des forces sur l'autre s'affoiblit et tend à devenir inverse? D'ailleurs ce qui prouve que le second état négatif est le résultat d'une supériorité de force que le métal a acquise dans le frottement par l'acte même de la pression, c'est que si on affoiblit son pouvoir dans un plus grand rapport, on le voit devenir successivement inexcitable et positif pour le deuxième fait. Dans cette circonstance le pouvoir de la laine conserve sa supériorité sur celui du métal, malgré l'affoiblissement qu'il éprouve dans l'acte de la pression. L'état positif est donc en définitif le partage du corps dont la puissance est la plus foible au moment de la réaction. Enfin il est constant qu'une tige de verre polie, qu'on refroidit progressivement et que l'on frotte par intervalles sur une étoffe de laine, est susceptible de devenir de positive qu'elle étoit auparavant, successivement inexcitable, négative, inexcitable et positive; que la cire à cacheter et le soufre refroidis de même, passent de l'état négatif au positif; or s'il étoit vrai, comme on le pense communément, que l'état négatif fût le propre de la substance qui, dans le frottement de deux corps hétérogènes, a le moins de vertu électrique, comment concevoir l'état positif que prennent ces trois substances dans leur frottement avec de la laine, lorsque leur pouvoir est parvenu au plus grand degré d'affoiblissement?

Il faut donc conclure que dans le frottement de deux corps de différente nature, l'état négatif appartient à celui qui a le

plus de pouvoir électrique, ou dont le pouvoir devient le plus fort par le résultat de la pression.

Mais comment concevoir que le pouvoir le plus foible puisse devenir le plus fort par le résultat de la pression? On peut considérer les deux pouvoirs qui produisent l'effet électrique dans leur frottement mutuel, comme deux ressorts qui se pressent et réagissent l'un contre l'autre avec des forces variables. Lorsque les forces sont égales, ils doivent se comprimer et se tendre également l'un l'autre; la réaction étant égale alors de part et d'autre, il y aura équilibre et l'effet électrique ne sera point produit. Si l'une des deux forces est au contraire inférieure à l'autre, ils doivent se comprimer et se tendre inégalement; leur réaction étant inégale dans ce cas, il y aura une rupture d'équilibre et production d'électricité. Or l'électricité négative doit dans cette lutte, échoir en partage au corps dont le pouvoir a le plus de réaction; car son fluide en se détendant contre celui du second corps qui se laisse refouler, doit s'approcher trop près du centre d'attraction de ce second corps, pour qu'une portion de ce fluide ne soit pas retenue par celui-ci au moment de la séparation des deux corps. L'on conçoit maintenant comment en affoiblissant le pouvoir le plus fort, on peut le faire devenir à son tour le plus foible, et rendre ainsi positif dans le frottement le corps auquel il appartient.

Supposons actuellement que l'on continue à affoiblir le pouvoir du métal, jusqu'à ce que celui de la laine ait une assez grande supériorité sur lui pour pouvoir le comprimer sans être comprimé lui-même, le pouvoir de la laine se trouvant plus près du centre d'attraction du métal, doit en être attiré plus fortement et conséquemment exercer sur le pouvoir du métal une nouvelle pression à laquelle il est obligé de céder.

Or cette action produit un effet contraire sur les deux puissances, un accroissement d'expansion pour la plus forte, et une condensation proportionnelle pour la plus foible. La première doit donc s'affoiblir alors dans le même rapport que la seconde s'accroît, et devenir enfin inférieure à celle-ci dans la réaction. On voit que de cette manière l'électricité négative doit rester en partage au métal, et que c'est à cette supériorité de force qu'il a acquise dans la pression, qu'il le doit. Il est aisé de concevoir après cela comment en affoiblissant encore et dans un plus grand rapport le pouvoir du métal, il peut, malgré l'accrois-

sement de tension qu'il acquiert par la pression et l'expansion que celui de la laine en reçoit, rester inférieur à celui-ci dans le frottement, et faire ainsi redevenir positif le métal.

Je sens que cette manière d'expliquer l'action électrique, doit paroître d'autant plus étrange, qu'elle est opposée à l'idée qu'on s'en est formée jusqu'ici; mais les faits que j'ai décrits sont positifs, et ils me semblent inconciliables entre eux en suivant la théorie reçue. D'ailleurs je ne la considère que comme une façon de voir provisoire, en attendant que de nouveaux faits la confirment.

SUPPLÉMENT

Au Mémoire sur la Réduction des degrés du Thermomètre de Mercure en degrés de chaleur réelle;

PAR HONORÉ FLAUGERGUES.

(JOURNAL DE PHYSIQUE, TOME LXXXII, PAGE 387.)

LE mercure de quelque mine qu'il provienne, pourvu qu'il soit pur, est univoque, et il a toujours le même degré de dilatabilité; mais il n'en est pas de même du verre, dont la qualité et par conséquent la dilatabilité diffèrent suivant la différente proportion de la silice, de la soude, du plomb, etc. qui entrent dans sa composition. Or comme la dilatation apparente du mercure dans le thermomètre n'est autre chose que la différence entre la dilatation du mercure et celle du verre dans lequel il est renfermé; il s'ensuit que cette dilatation apparente doit être différente dans presque tous les thermomètres, et qu'à la rigueur il faudroit une Table de réduction particulière pour chacun de ces instrumens; mais si l'on considère que la dilatation apparente dont il s'agit est peu considérable, que le verre avec lequel on construit les thermomètres est toujours du verre blanc à peu près de la même qualité, et par conséquent ayant à peu près le même degré de dilatabilité, on se convaincra qu'une seule Table de réduction peut suffire, pourvu qu'elle soit calculée sur le rapport moyen de la dilatation apparente du mercure dans le thermomètre, en passant de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante: j'avois choisi pour ce rapport celui de 10000 à 10160, mais j'ai reconnu qu'il étoit trop fort pour plusieurs thermomètres, et je crois qu'on doit préférer celui de 10000 à 10156 qui est le rapport moyen entre ceux qui ont été observés par plusieurs physiciens, et avec différentes espèces de verres de thermomètres.

TABLE des Rapports observés par plusieurs physiciens, entre les volumes apparens du Mercure dans le Thermomètre à la température de la Glace fondante et à celle de l'Eau bouillante.

Noms des Physiciens.	Rapports observés.	Rapp. réduits en nomb. rond.	Livres dont les rapports précédens ont été extraits.
Fahrenheit......	11156 à 11336	10000 : 10161	Phil. trans. abreg. VI, 2 p. 252. Musschembroeck, Cours de Physique exp. t. 2, p. 367, § 1569.
	11552 à 11732	10000 : 10156	Boerhaave, Chem. tom. I et Tab. V, fig. 5.
	11822 à 12002	10000 : 10152	Martine, Dissertations sur la chaleur, pag. 41.
Delisle.........	$65\frac{1}{2}$ à $66\frac{1}{2}$	10000 : 10153	Lalande, nouveau Thermom., Paris 1803, p. 2.
Campbell......	10000 à $10154\frac{1}{4}$	10000 : 10154	Campbell, apud Martine, Dissertations sur la chaleur, page 45.
	10000 à 10156	10000 : 10156	
	10000 à 10158	10000 : 10158	
Mikeli du crest.	10000 à $10154\frac{1}{4}$	10000 : 10154	Recueil de pièces sur les Thermom., pag. 4.
Christin........	66 à 67	10000 : 10152	Côtes, Traité de Météorologie, pag. 138.
Sulzer.........	10000 à 10156	10000 : 10156	Côtes, Mémoire sur la Météorol., t. I, p. 371.
J.B. de S-Martin	10000 à $10159\frac{157}{1000}$	10000 : 10159	Esprit des Journaux, décemb. 1790, p. 370.
Cher. de Lorgna.	10000 à $10159\frac{55327}{360000}$	10000 : 10159	Dissertat. sur la graduat. du Bar. Véronne, 1765.
Beaumé........	5045 à 5122	10000 : 10153	Opuscules chimiques, Paris an VI, p. 161.
Flaugergues....	125 à 127	10000 : 10160	Journal de Physique, tom. LXXVII, p. 284.

Le rapport moyen entre ces quatre rapports, est celui de 10000 à 10156 avec une fraction extrêmement petite et qu'on peut négliger, c'est ce rapport qu'il convient d'employer, puisqu'il représente avec plus de probabilité que tout autre, la dilatation apparente du mercure dans le thermomètre; pour trouver donc, d'après ce rapport, des formules pour réduire les degrés d'un thermomètre donné aux degrés de chaleur réelle, on cherchera, au moyen de ce rapport, le volume du mercure à la température de la glace fondante, exprimé en degrés de ce thermomètre, on divisera la différence 0,0067226922 des logarithmes de 10156 et de 10000, par le nombre de degrés du thermomètre donné, compris entre le point de la glace fondante et le point de l'eau bouillante, et en opérant comme nous avons dit dans le Mémoire sur le Rapport des Dilatations de l'Air avec la Chaleur (1), on trouvera les formules suivantes qui seront plus sûres que celles que nous avons données, et dans lesquelles x exprime de même le degré de chaleur réelle correspondant au degré donné y du thermomètre proposé.

Formule pour le thermomètre de M. Deluc et pour le ther-

(1) *Journal de Physique*, tome LXXVII, pag. 283.

momètre octogésimal ordinaire, dans lequel l'intervalle entre le point de la glace fondante et le point de la chaleur de l'eau bouillante (1) est divisé en 80 parties égales.

$$x = [\log(5128,2 \pm y) \backsim 3,7099549543]\ (11899,98260966).$$

Le logarithme du coefficient est $= 4,0755463267$.

Formule pour le thermomètre centigrade :

$$x = [\log(6410,26 \pm y) \backsim 3,8068754016]\ (14874,9934055).$$

Le logarithme du coefficient est $= 4,1724567726$.

Formule pour le thermomètre de Fahrenheit (2) :

$$x = [\log(11506,462 \pm y) \backsim 4,0621479067]\ (26774,9875563) + 32°.$$

Le logarithme du coefficient est $= 4,4277292773$.

Formule pour le thermomètre de M. Delisle :

$$x = [3,9829666607 - \log(9615,3846 - y)]\ (22315,553404).$$

Le logarithme du coefficient est $= 4,3486076611$.

Mais comme les Tables sont plus commodes que les formules, je joins ici pour l'usage des observateurs, deux Tables de réduction calculées suivant le nouveau rapport de dilatation, celui de 10000 à 10156; l'une pour le thermomètre de M. Deluc, qui pourra aussi servir pour réduire les degrés du thermomètre octogésimal ordinaire, et l'autre pour le thermomètre centigrade dans lequel l'intervalle fondamental entre le point de la glace fondante et celui de l'eau bouillante, est divisé en cent parties égales. Ces deux espèces de thermomètres étant les plus usitées en France.

---

(1) La hauteur du baromètre étant de 28 pouces, corrigée de l'effet de la capillarité, si le baromètre est à cuvette, et réduite à la température de la glace fondante.

(2) Suivant le rapport de 10000 à 10156 le volume du mercure dans le thermomètre de Fahrenheit et au point 0 de ce thermomètre, est 1160[illegible]°,4[illegible]2 et à la glace fondante 11538°462.

TABLE de Réduction des degrés de l'Echelle du Thermomètre de M. Deluc, ou du Thermomètre octogésimal en degrés égaux de chaleur.

Degres du Ther.	Degrés egaux de chaleur.	Degrés du Ther.	Degres égaux de chaleur.	Degres du Ther	Degres égaux de chaleur.	Degres du Ther.	Degres égaux de chaleur.	Degres du Ther.	Degrés égaux de chaleur.
— 15°	— 15°139	+ 5°	+ 5°037	+ 25°	+ 25°133	+ 45°	+ 45°152	+ 65°	+ 65°094
— 14	— 14,128	6	6,044	26	26,136	46	46,151	66	66,089
— 13	— 13,118	7	7,050	27	27,139	47	47,150	67	67,084
— 12	— 12,108	8	8,056	28	28,141	48	48,149	68	68,079
— 11	— 11,098	9	9,062	29	29,143	49	49,147	69	69,073
— 10	— 10,088	10	10,068	30	30,145	50	50,145	70	70,067
— 9	— 9,078	11	11,074	31	31,147	51	51,143	71	71 061
— 8	— 8,068	12	12,08[illegible]	32	32,149	52	52,141	72	72,055
— 7	— 7,059	13	13,085	33	33,150	53	53,139	73	73,049
— 6	— 6,050	14	14,09[illegible]	34	34,151	54	54,136	74	74,043
— 5	— 5,041	15	15,095	35	35,152	55	55,133	75	75,036
— 4	— 4,032	16	16,100	36	36,153	56	56,130	76	76,029
— 3	— 3,024	17	17,104	37	37,154	57	57,127	77	77,022
— 2	— 2,016	18	18,108	38	38,155	58	58,124	78	78,015
— 1	— 1,008	19	19,112	39	39,155	59	59,120	79	79,008
0	0,000	20	20,116	40	40,155	60	60,116	80	80,000
+ 1	+ 1,008	21	21,120	41	41,155	61	61,112		
2	2,016	22	22,124	42	42,155	62	62,108		
3	3,023	23	23,127	43	43,154	63	63,104		
4	4,030	24	24,130	44	44,153	64	64,099		

TABLE de Réduction des degrés de l'Echelle du Thermomètre centigrade en degrés égaux de chaleur.

Degrés du Ther.	Degrés égaux de chaleur.	Degrés du Ther.	Degrés égaux de chaleur.	Degrés du Ther.	Degrés égaux de chaleur.	Degrés du Ther.	Degrés égaux de chaleur.	Degrés du Ther.	Degrés égaux de chaleur.
— 20°	— 20°182	+ 5°	+ 5°034	+ 30°	+ 30°164	+ 55°	+ 55°195	+ 80°	+ 80°127
— 19	— 19,171	6	6,041	31	31,168	56	56,194	81	81,122
— 18	— 18,161	7	7,048	32	32,171	57	57,193	82	82,117
— 17	— 17,151	8	8,055	33	33,173	58	58,192	83	83,113
— 16	— 16,141	9	9,061	34	34,176	59	59,191	84	84,108
— 15	— 15,131	10	10,068	35	35,178	60	60,189	85	85,102
— 14	— 14,121	11	11,075	36	36,181	61	61,187	86	86,096
— 13	— 13,111	12	12,081	37	37,183	62	62,185	87	87,090
— 12	— 12,101	13	13,086	38	38,186	63	63,183	88	88,085
— 11	— 11,091	14	14,091	39	39,188	64	64,181	89	89,079
— 10	— 10,081	15	15,097	40	40,189	65	65,179	90	90,073
— 9	— 9,072	16	16,103	41	41,191	66	66,177	91	91,066
— 8	— 8,063	17	17,108	42	42,193	67	67,174	92	92,060
— 7	— 7,054	18	18,114	43	43,194	68	68,172	93	93,054
— 6	— 6,045	19	19,119	44	44,195	69	69,169	94	94,047
— 5	— 5,036	20	20,124	45	45,196	70	70,166	95	95,041
— 4	— 4,028	21	21,129	46	46,197	71	71,162	96	96,034
— 3	— 3,021	22	22,133	47	47,198	72	72,159	97	97,027
— 2	— 2,014	23	23,137	48	48,198	73	73,156	98	98,019
— 1	— 1,007	24	24,142	49	49,198	74	74,152	99	99,010
0	0,000	25	25,146	50	50,198	75	75,148	100	100,000
+ 1	+ 1,007	26	26,149	51	51,198	76	76,144		
2	2,014	27	27,153	52	52,198	77	77,140		
3	3,020	28	28,157	53	53,197	78	78,136		
4	4,027	29	29,161	54	54,196	79	79,132		

MEMOIRE

MÉMOIRE

Sur la Communication de la Structure des Cristaux doués de la double Réfraction au Verre, au Muriate de Soude, au Spar-Fluor et à d'autres Substances, par la compression mécanique et la dilatation;

PAR DAVID BREWSTER,

De la Société Royale de Londres et d'Edimbourg, contenu dans une Lettre adressée à SIR JOSEPH BANKS. Extrait des *Transactions Philosophiques*.

Lu dans la Séance de la Société Royale, tenue le 29 février 1816.

EXTRAIT.

MONSIEUR,

Malgré les nombreuses découvertes récemment faites, relatives à la polarisation de la lumière, et aux phénomènes optiques des corps cristallisés, on n'a cependant pas fait un seul pas pour arriver à la solution du grand problème de la double réfraction. Quelle est la condition mécanique des cristaux qui forment deux images et les polarisent, leurs surfaces étant différentes? quels sont les changemens mécaniques que doivent subir les corps cristallisés pour être susceptibles de ces propriétés remarquables? Telles sont les deux questions auxquelles il est aussi difficile de répondre aujourd'hui, que du temps d'Huygens et de Newton.

Dans les expériences multipliées que j'ai faites pour obtenir la solution de ces difficultés, la polarisation de la lumière par la réfraction oblique, fut le seul phénomène qui parut avoir quelque connexion avec cette recherche; mais l'espoir de succès que me donnoit ce fait, se trouva bientôt déçu, et le sujet reprit sa première forme difficile. Cependant une nouvelle suite d'expériences m'a mis en état, non-seulement de donner une réponse satisfaisante aux deux questions précitées, mais encore de com-

muniquer au verre et à plusieurs autres substances par la simple pression de la main, toutes les propriétés des différentes classes de cristaux doués de la double réfraction. J'exposerai en peu de mots, dans la Lettre suivante, la méthode propre à produire ces effets, et les conséquences que l'on peut en tirer.

SECTION PREMIÈRE.

Sur la Communication de la Double Réfraction au Verre, au Muriate de Soude et aux autres Solides durs.

Proposition première.

Si les bords d'un plateau de verre, qui n'a pas d'action sur la lumière polarisée, sont comprimés ou dilatés par une force quelconque, ils donneront des axes neutres distincts et dépolarisans, comme tous les cristaux doués de la propriété de la double réfraction, et diviseront la lumière polarisée dans ses couleurs complémentaires. Les axes neutres sont parallèles et perpendiculaires à la direction dans laquelle la force est appliquée, et les axes dépolarisans s'y inclinent à angles de 45°.

Je pris un plateau de verre d'environ un pouce de large sur deux pouces et demi de long, et 0.28 de pouce d'épaisseur. Ayant comprimé ses bords par le moyen d'une vis, je trouvai qu'il polarisoit un blanc du premier ordre dans toute sa largeur. Les axes dépolarisans formoient un angle de 45° avec les bords du plateau. En augmentant la force de compression, il polarisoit une lumière d'un jaune foible du premier ordre, qui graduellement devint orange.

J'ai éprouvé une difficulté considérable en appliquant une force de dilatation au verre, jusqu'à ce que j'eusse découvert la méthode décrite dans la proposition troisième.

Proposition deuxième.

Lorsqu'un plateau de verre est sous l'influence d'une force de compression, sa structure est la même que celle d'une classe de cristaux doués de la propriété de la double réfraction qui renferme le spar calcaire, le béryll, etc.; mais lorsqu'elle est sous l'influence d'une force de dilatation, sa structure est la même que celle de l'autre classe de cristaux doués de la propriété

de la double réfraction qui renferme le sulfate de chaux, le quartz, etc.

Un plateau de verre dilaté combiné avec un plateau semblable de verre comprimé, de manière que la direction de la force de dilatation coïncidât avec la direction de la force de compression, la différence de leurs effets fut produite *et vice versâ*. La vérité de la proposition fut aussi constatée par la combinaison du verre avec des plateaux de sulfate de chaux que je pris pour modèles.

Proposition troisième.

Un plateau de verre long, ou en forme de filet comprimé par la main, donne dans le même temps les deux structures opposées dans la proposition précédente. Le côté convexe ou dilaté du plateau produit une rangée de franges colorées semblables à celles que donne une classe de cristaux doués de la propriété de la double réfraction ; et le côté concave ou comprimé produit une autre rangée de franges semblables à celles produites par l'autre classe. Ces deux rangées de franges sont séparées par une ligne d'un noir foncé où il n'y a ni compression ni dilatation.

On peut obtenir ce résultat intéressant avec des plateaux de verre de toute grandeur, pourvu qu'ils n'aient que peu de pouces de longueur; mais l'expérience se fait beaucoup plus aisément avec un morceau de verre long et étroit. Lorsqu'on emploie un très-petit degré de force pour le comprimer, on aperçoit sur les deux bords une frange blanche d'un bleu foible. A mesure que la force augmente, ces franges empiètent sur l'espace noir interjacent, et deviennent graduellement blanches, jaunes, orange, pourpre, indigo, bleues, vertes; etc., jusqu'à ce que trois ou quatre ordres de couleurs soient développés distinctement sur chaque côté de l'espace noir. Dans une de ces expériences, le plateau de verre ayant un pouce et demi de large, 0.28 d'épaisseur, et six pouces entre les points de support, je développai par la force d'une vis, sept ordres de couleurs. La frange noire étoit à peine perceptible, et la teinte blanche qui provenoit du mélange de toutes les couleurs, alloit être produite lorsque le plateau se brisa.

Scholie.

Les expériences que je viens de décrire nous indiquent une méthode de rendre visible, ou même de mesurer les change-

mens mécaniques qui ont lieu pendant la compression, la dilatation ou la tension des corps transparens. Les teintes produites par la lumière polarisée sont des mesures exactes des forces de compression et de dilatation, et en employant des gommes transparentes de différentes élasticités, nous pouvons constater les changemens qui ont lieu dans les corps, avant qu'ils soient ou brisés ou aplatis. Conséquemment le sujet de la force des matériaux, et de la cohésion des solides, puisera de nouvelles lumières dans les principes déjà établis.

Il est une observation pratique de ces considérations qui mérite ici une note particulière. Pour observer la manière dont une pierre de voûte cédoit à une pression super-incombante, le docteur Robison exécuta plusieurs modèles en craie, et déduisit beaucoup de lois générales relatives aux forces internes par lesquelles ils étoient aplatis. Si les modèles de pierre de voûte sont de verre, ou de toute autre substance douée d'une simple réfraction, telle que la résine, etc., l'intensité et la direction de toutes les forces excitées par un fardeau super-incombant dans les différentes parties de la voûte, seront rendues visibles en exposant le modèle à la lumière polarisée. Si l'on donne différens degrés d'aspérité aux surfaces touchantes des voussoirs de verre, on peut observer qu'il en résulte un degré de frottement aux jointures. L'intensité et la direction des forces de compression et de dilatation qui sont excitées dans les parties chargées d'une charpente, peuvent être rendues visibles de la même manière.

Proposition quatrième.

Les teintes polarisées par les plateaux de verre dans un état de compression ou de dilatation, montent dans l'échelle des couleurs de Newton en raison de l'accroissement des forces; et dans le même plateau, la teinte polarisée vers une partie particulière, est en proportion de la compression ou de la dilatation à laquelle cette partie se trouve exposée.

Nous avons déjà vu, en développant les propositions précédentes, que les teintes plus élevées se développent à mesure que les forces augmentent.

Proposition cinquième.

Lorsque les plateaux de verre comprimés et dilatés sont combinés transversalement et avec symétrie, ils donnent tous les

phénomènes qui sont produits par la combinaison de plateaux de cristaux doués d'une double réfraction.

Si un plateau de verre comprimé est combiné avec symétrie avec un plateau semblable, la teinte polarisée par la combinaison est celle due à la somme de leur épaisseur; mais s'ils sont combinés transversalement, l'effet en est dû à la différence de leur épaisseur. On peut dire la même chose des plateaux de verre dilaté.

Si un plateau de verre comprimé est combiné avec symétrie avec un plateau de verre dilaté, l'effet est le même que celui dû à la différence de leur épaisseur; tandis qu'une combinaison transversale donne un effet dû à la somme de leur épaisseur. L'action des plateaux de verre comprimés et dilatés est réglée par quelques lois que M. Biot a cherchées pour les différentes classes de cristaux doués de la propriété d'une double réfraction.

A l'effet d'observer les effets de plateaux de verre se croisant et qui ont les deux structures, je pris une barre de fer sur laquelle je plaçai un plateau de verre séparé du fer par deux supports, et au moyen d'une vis, je le tins dans un état de tension tel qu'il donna des franges. Lorsque ce plateau fut traversé par un autre plateau semblable à angles droits, on vit paroître la figure intersectionale. Aux deux angles où les portions dilatées croisoient celles comprimées, les couleurs s'élevoient en échelle, et les teintes les plus élevées de chaque plateau furent exactement doublées au point angulaire; mais à un autre angle où la portion dilatée de l'un traversoit la portion dilatée de l'autre, ou bien, où les portions comprimées se croisoient, les teintes d'un plateau étoient traversées par celles de l'autre, et conséquemment une frange noire s'étendoit à travers la diagonale de la figure intersectionale.

Lorsqu'un plateau de verre dans un état de tension est croisé par un plateau de verre cristallisé par la chaleur, il produit une figure intersectionale qui peut aisément être déterminée *à priori*, et qui est exactement la moitié de la figure intersectionale qui seroit produite par une barre de fer se croisant avec un autre plateau de verre cristallisé, ayant les mêmes teintes dans ses quatre rangées de franges que le plateau de verre placé sur la barre de fer.

Proposition sixième.

Si un plateau de verre placé sur deux supports, est tendu par une force quelconque appliquée entre les points de support,

les teintes sont au *maximum* à la partie où la pression est appliquée, et montent graduellement dans l'échelle de couleurs vers les points de support.

Je pris un plateau de verre de six pouces de long, sur un et demi de large et 0.28 d'épaisseur, ayant placé ses extrémités sur deux supports, je le bandai au moyen d'une vis appliquée à sa surface. Sept ordres de couleurs parurent distinctement à chaque côté de la frange noire d'une des sections.

Scholie.

Il résulte des expériences précédentes, que les contractions et dilatations mécaniques correspondent aux teintes dans l'échelle de Newton.

Proposition septième.

Si un plateau de verre est sujet aux compressions ou dilatations exercées en différentes directions, les mêmes effets sont également produits lorsque des plateaux séparés, influencés par les mêmes forces, sont combinés de la même manière.

Je pris un plateau de verre, et après avoir comprimé ses extrémités avec une vis, un blanc brillant de premier ordre s'éleva des points de pression. Au moyen d'une force appliquée sur le plateau, je bandai le verre de manière à rendre concave le côté inférieur, et à produire des teintes blanches sur chaque côté de l'espace noir intermédiaire. Les effets de la tension furent alors combinés vers l'espace avec les effets de compression, ensorte que dans cette ligne parut une frange noire, la structure comprimée produite par la tension ayant agi en opposition à la structure comprimée par la vis. Cependant dans la ligne précitée s'éleva une teinte jaune, la structure dilatée produite par la tension, agissant en conjonction avec la structure comprimée produite par la vis. Ces résultats paroîtront parfaitement conformes à la proposition cinquième, si l'on considère que l'axe de compression produit par la vis, est le point de pression, tandis que l'axe de compression et de dilatation produit par la tension, est parallèle à l'espace noir intermédiaire, et par conséquent aux angles droits aux points de pression.

Proposition huitième.

Si deux plateaux de verre bandés sont placés ensemble à leurs bords concaves ou comprimés, le plateau composé a exactement

les mêmes propriétés qu'un plateau de verre transitoirement ou constamment cristallisé par la chaleur qui donne la série accoutumée de franges. Mais si les deux plateaux sont placés ensemble à leurs bords concaves ou dilatés, le plateau composé a les mêmes propriétés que les plateaux de verre transitoirement cristallisés par la chaleur qui produisent la série extraordinaire de franges.

Les plateaux décrits dans cette proposition, présentent les mêmes figures intersectionales que les plateaux de verre cristallisés, et ont à tous égards la même action sur la lumière polarisée.

Proposition neuvième.

Si les forces de compression et de dilatation sont appliquées au centre d'un plateau de verre, les axes principaux des particules seront dirigés vers le point de compression ou de dilatation, et le verre donnera la bande croisée noire, ainsi que les autres phénomènes qui se voient dans les cristaux à réfraction double.

M'étant procuré une forte lentille d'une convexité considérable, je la pressai à l'aide d'une vis sur le centre d'un plateau de verre; exposée à la lumière polarisée, elle offrit quatre secteurs rectangulaires séparés par une croix noire. La pression augmentant, différentes teintes et franges se développèrent comme dans les corps cristallisés.

Proposition dixième.

Si un plateau de verre dans un état de compression ou de dilatation, est incliné vers le rayon polarisé dans un parallèle plane à l'axe de dilatation et de compression, les teintes descendront dans l'échelle; mais s'ils sont inclinés dans un plan à angles droits à ces axes, les teintes monteront.

Ce résultat fut obtenu par l'inclinaison de plateaux comprimés avec des vis, et de plateaux comprimés et dilatés par la tension.

Proposition onzième.

Si un plateau de verre qui a déjà reçu de la chaleur la structure douée de la double réfraction, est exposé à la compression, les teintes des franges intérieures s'élèvent en échelle, et celles des franges extérieures descendent, lorsque l'axe de pression est

perpendiculaire à la direction des franges, l'effet opposé étant produit par une force de dilatation. Les mêmes résultats sont obtenus dans ce cas, comme si un plateau non cristallisé, semblablement comprimé ou dilaté, avoit été semblablement combiné avec le plateau cristallisé.

Je pris un plateau de verre cristallisé qui déployoit dans le milieu des franges un bleu du second ordre, et le comprimai avec une vis dans une direction perpendiculaire aux franges. La teinte de la rangée intérieure prit un rouge du second ordre, tandis que celle extérieure descendoit dans l'échelle. Lorsque le plateau fut pressé dans une direction perpendiculaire aux franges, la teinte de la rangée intérieure descendit à un jaune foible, et celle de la rangée extérieure s'éleva dans la même proportion.

Lorsqu'un morceau de verre cristallisé est tendu avec un écrou, les franges extérieures sur le côté supérieur ou concave, augmentent en nombre et empiètent sur les franges intérieures; mais sur le côté inférieur ou convexe, les franges diminuent en nombre, et celles intérieures les envahissent. Lorsque des plateaux non cristallisés sont comprimés ou dilatés, ils présentent les mêmes effets que s'ils étoient combinés avec des plateaux cristallisés non sujets à la compression ou à la dilatation.

Proposition douzième.

Le muriate de soude, le spar fluor, le diamant, l'obsidienne, la semi-opale, la corne, l'écaille de tortue, l'ambre, la résine, le caoutchouc, la gomme, le phosphore, le ligament durci de la *chama gigantea*, ainsi que les autres substances qui n'ont pas la propriété de la double réfraction ou qui ne la possèdent qu'imparfaitement (1), sont susceptibles de la recevoir par la compression ou par la dilatation.

De toutes les substances mentionnées dans cette proposition, l'obsidienne, le muriate de soude et la gomme-résine reçoivent par la pression, la plus grande force polarisante. La gomme-résine en particulier, a présenté un plus grand nombre de franges qu'un morceau de verre soumis à la même pression.

---

(1) *Voyez* les *Transact. d'Édimbourg*, vol. III, part. 1, où j'ai fait voir que le diamant, le muriate de soude, etc., possèdent imparfaitement la structure des deux classes de cristaux doués de la double réfraction.

Proposition

Proposition treizième.

Le spar calcaire, le cristal de roche, la topaze, le béril et d'autres minéraux qui possèdent déjà dans un degré supérieur, la structure douée de la double réfraction, n'éprouvent point de changement par la compression ou la dilatation.

L'état de compression et de dilatation dans lequel les particules de ces cristaux sont déjà placées d'après la classe à laquelle ils appartiennent, est tel qu'ils n'éprouvent aucun changement par l'application des forces ordinaires. J'ai appliqué dans la direction deux de leurs axes neutres et dépolarisans, des forces qui étoient capables de briser les pièces de bois qu'on y employa.

Proposition quatorzième.

Pour construire un dynamomètre chromatique à l'effet de mesurer l'intensité des forces.

Dans presque tous les dynamomètres qui ont été construits jusqu'ici, on a adopté la méthode de lui rendre avec un anneau d'acier, sa figure primitive, après plusieurs tensions répétées: et c'est lorsque l'instrument a repris cette forme qu'on établit son échelle (1). Cependant la parfaite élasticité du verre le rend plus propre que l'acier à cette opération, et quoiqu'il n'admette pas un aussi grand changement de forme, néanmoins les plus foibles variations dans la structure peuvent être rendues visibles.

Si un certain nombre de plateaux en verre étroits et épais sont fortement fixés à chaque extrémité dans des boîtes de cuivre; si ensuite on applique une force quelconque à un anneau attaché à une pièce placée au milieu des plateaux, lorsque les deux extrémités sont fixées; ou si la pièce du milieu est fixée et la force appliquée aux deux extrémités, les plateaux de verre seront tendus dans le milieu, et la force qui produit cette tension se mesurera par les teintes qui se montrent sur chaque côté de la tige noire. En diminuant la longueur des plateaux, ou en augmentant leur nombre, on peut les mettre en état de résister et de mesurer tous les degrés de force. Lorsqu'on s'est assuré que

(1) A l'article *dynamomètre* dans l'*Encyclopédie d'Édimbourg*, vol. VIII, pag. 299, j'ai décrit un instrument au moyen duquel on obtient une mesure variable de force en élevant hors d'un fluide un cylindre de métal.

la force est petite, un seul plateau de verre suffira pour mesurer son intensité avec une grande exactitude.

Proposition quinzième.

Si un parallélipipède de verre est renfermé de tous les côtés, à l'exception de deux, dans une masse de métal fluide, les contractions et les dilatations que le métal éprouve en passant à un état de solidité permanente, seront rendues visibles par la communication au verre de la structure doublement réfringente.

Je pris un cylindre d'étain ouvert aux deux bouts, et après avoir placé un morceau de verre sur son bord inférieur, je l'entourai de plomb fondu. Aussitôt que le plomb eût perdu sa fluidité, je l'exposai à un rayon polarisé, et je trouvai que le verre ne donnoit pas de couleur. A mesure que le métal se resserroit dans sa dimension, on voyoit paroître une teinte d'un blanc bleuâtre qui subit graduellement toutes les teintes du premier ordre, et obtint le rouge du second ordre lorsqu'on l'eut plongé dans une mixtion glacée.

J'obtins le même résultat avec le verre entouré d'étain, mais encaissé dans le métal en fusion composé d'onze parties de bismuth, sur trois de plomb et cinq d'étain : après être refroidi, il donna les mêmes teintes que s'il se fût dilaté. Pour examiner ce fait avec plus de soin, j'exposai le verre à un rayon polarisé : aussitôt que le métal en fusion eut pris de la consistance, je fus étonné de voir que la teinte qui régnoit sur la surface, ne fût pas uniforme ; il s'y trouvoit en effet un espace courbe et noir, renfermant une foible teinte appartenant à une structure comprimée, tandis que l'autre partie avoit une foible teinte jaune appartenant à une structure dilatée. Cette apparence s'élevoit du morceau de verre qui n'étoit pas placé au milieu du cylindre d'étain.

Scholie.

Les résultats contenus dans cette proposition, nous invitent à construire de nouveaux instrumens pour mesurer la contraction et la dilatation de toutes les substances quelconques, circonstances qui proviennent de variations dans leur température ou dans leur humidité. Par ce moyen nous obtiendrons aussi les mesures des degrés de température et d'humidité qui produisent ces changemens mécaniques.

Un plateau de verre renfermé dans du métal forme un thermomètre chromatique différent de celui dont j'ai donné la description dans un Mémoire précédent. Dans l'instrument actuel, les teintes sont produites par la différence des pressions sur le verre, différence qui naît de celle des expansions provenant des changemens de température, au lieu que dans l'autre instrument les teintes dérivent immédiatement des changemens de température. L'étui extérieur du thermomètre peut encore être en fer, en cuivre ou en tout autre métal qui ne se fond pas aisément; et lorsque cet étui est arrivé à un degré de chaleur fort élevé, on peut y verser du plomb fondu ou de l'étain, de manière que ces substances soient immédiatement en contact avec la pièce de verre.

On peut construire un hygromètre chromatique, en entourant un morceau de verre d'une masse de substance hygrométrique quelconque qui absorbe aisément l'humidité; on fera bien de renfermer cette substance dans une pièce de verre, ou dans un vase de terre percé de plusieurs trous pour que l'air puisse y entrer librement.

Au lieu de mesurer la pression directe occasionnée par la contraction ou l'expansion, l'échelle s'agrandiroit en employant ces forces à bander un long morceau de verre.

SECTION DEUXIÈME.

Sur la Communication de la Double Réfraction soit transitoire, soit permanente aux gelées de Viande par un endurcissement graduel, et par la Compression et la Dilatation mécaniques.

Proposition première.

Lorsqu'un morceau de gelée de viande, soit quand il approche de la fluidité, soit quand il est dans un état de haute élasticité, se trouve comprimé ou dilaté, il possède les mêmes propriétés optiques que le verre comprimé ou dilaté.

Il est inutile d'entrer ici dans le détail des nombreuses expériences à l'aide desquelles j'ai obtenu des gelées de viande les différens résultats décrits dans la section précédente (1). Je me

(1) Voyez *Trans. Phil.*, 1814, pag. 60, où j'ai rendu compte de la découverte de cette propriété des gelées de viande.

contenterai donc d'indiquer une méthode très-simple de répéter aisément ces expériences. Prenez un parallélipipède de poisson nouvellement coagulé, unissez-le avec de la colle de poisson de la même consistance, à deux plateaux de verre. En forçant les deux plateaux ensemble de manière à comprimer la gelée, vous verrez se développer différens ordres de couleurs, ayant le même caractère que les franges extérieures du verre cristallisé. Lorsque la pression n'a plus lieu, on aperçoit deux franges noires, et en séparant les plateaux de manière à dilater la gelée, une autre rangée de franges se montre avec un caractère opposé à celui des autres franges. Si nous forçons les plateaux ensemble obliquement, de manière à former un angle, nous comprimons alors la gelée d'un côté et la dilatons de l'autre, et l'on verra distinctement les deux rangées de franges opposées.

Lorsque les plateaux sont pressés tous les deux à-la-fois avec une force capable de détruire la structure de la masse, les teintes sont alors disposées comme celle du marbre de la plus belle bigarrure, et produisent un effet absolument semblable à celui que j'ai observé dans beaucoup d'échantillons de diamant, ainsi que dans les mélanges de résine et de cire blanche.

En amenant la gelée à un état susceptible de tension, en la coagulant dans des vases de verre, en appliquant les forces de compression et de dilatation à un point central, et en l'étendant en filets minces et élastiques sur des plateaux de verre comprimé ou dilaté, on obtiendra une multitude de résultats intéressans.

Proposition deuxième.

Si l'on fait durcir, en l'exposant à l'air, un parallélopipède de gelée, ses bords acquerront une densité variable, semblable à celle produite par la pression, et ils agiront sur la lumière comme les cristaux doués de la double réfraction.

Après avoir versé une petite quantité de colle de poisson fondue dans un vase de verre, et l'avoir exposée quelque temps à la lumière polarisée, j'observai une raie étroite d'un bleu foible du premier ordre, en regardant à travers la couche au-dessus. Au bout de six heures, la teinte devint d'un blanc brillant du premier ordre, et la couche de gelée offrit des axes dépolarisans inclinés de 45° à sa longueur. A l'effet d'examiner le changement mécanique que la couche avoit subi, je la regardai à travers une petite ouverture circulaire. Cette ouverture étoit

elliptique, et son ellipticité augmentoit graduellement à mesure que le pinceau passoit plus près de la surface de la couche durcie. D'où il suit que la structure dépolarisante provenoit ou étoit accompagnée d'une densité différente.

Proposition troisième.

Si un plateau de gelée durcie en partie, est maintenu dans un état de compression ou de dilatation jusqu'à ce que la dureté soit complète, elle acquerra constamment la structure des cristaux doués de la propriété de la double réfraction.

J'ai éprouvé beaucoup de difficultés en cherchant à maintenir un plat de gelée dans un état de distension permanente. Le premier procédé qui me réussit, consistoit à prendre un plateau de colle de poisson, et à faire durcir ses deux extrémités, tandis que la partie intermédiaire étoit tenue humide entre deux plateaux de verre. La colle de poisson étoit suspendue par une de ses extrémités durcie et dilatée par un poids attaché à l'autre. Dans cet état de distension, elle donna des franges très-brillantes, et conserva la même propriété lorsqu'elle fut complètement dure.

Pour obtenir des échantillons plus parfaits et une plus grande variété de formes, je versai de la colle de poisson liquide dans des vases de différentes grandeurs faits de verre, ou d'un bois mou et poreux.

Proposition quatrième.

La force polarisante de la colle de poisson distendue, surpasse celle du béryl; elle est beaucoup plus grande que celle du verre, soit qu'elle ait reçu la structure doublement réfractante de la chaleur ou de la pression.

Un filet mou de colle de poisson de $\frac{1}{30}$ de pouce d'épaisseur, développa par la dilatation lossqu'il fût cassé, un bleu du second ordre.

Un autre filet d'environ $\frac{1}{45}$ de pouce, et préparé d'après la manière décrite dans la proposition troisième, polarisa une teinte rouge du premier ordre. En comparant cette teinte beaucoup plus élevée que toutes les autres, avec l'épaisseur du plateau de verre qui donne la même teinte, on trouvera constamment que la cause efficiente par laquelle nous devons multiplier l'épaisseur d'un plat de gelée quelconque, pour obtenir l'épaisseur

d'une gelée mince, donneroit par la réflexion une teinte semblable au *maximum* de sa teinte, c'est-à-dire $\frac{1}{154}$.

Les nombres suivans sont des facteurs constans pour les substances douées de la propriété de la double réfraction.

Spar calcaire.	$\frac{1}{19}$	} suivant Biot.
Cristal de roche. . . .	$\frac{1}{360}$	
Sulfate de chaux. . . .	$\frac{1}{360}$	
Mica.	$\frac{1}{450}$	
Colle de poisson. . . .	$\frac{1}{654}$	
Béryl.	$\frac{1}{720}$	} suivant Biot.
Verre.	$\frac{1}{12580}$	

Si la colle de poisson pouvoit résister à un plus haut degré de distension, elle donneroit un facteur constant, approchant encore plus près de celui du mica.

En étudiant de nouveau les principes généraux contenus dans les propositions précédentes, je ne puis me flatter qu'on les regarde comme donnant une solution directe de la partie la plus importante du problème de la double réfraction. La condition mécanique des deux classes de cristaux doués de la propriété de la double réfraction, et la méthode de communiquer aux corps qui ne sont pas cristallisés, les propriétés optiques de l'une et de l'autre classe, ont été clairement développées, et le seul phénomène dont il nous reste à rendre compte, est la division de la lumière incidente dans deux pinceaux polarisés à l'opposite. Je ne prétends pas déterminer comment cette partie du sujet entrera dans le cercle des expériences ; mais sans vouloir ralentir l'ardeur des recherches si heureusement dirigée vers cette branche de l'optique, je crains bien que, relativement à la polarité électrique et magnétique, nous ne soyons obligés de nous contenter d'attribuer la polarisation des deux pinceaux à l'opération de quelque fluide particulier. La nouvelle propriété d'une chaleur radieuse qui met celui-ci en état de communiquer la double réfraction à une partie éloignée d'un plateau de verre, où la chaleur ne réside pas dans un état sensible, l'existence d'une polarité mobile dans le verre où la structure douée de la double réfraction est communiquée transitoirement ou d'une manière fixe, et l'apparence des fentes régulières qui varient selon la direction des axes de double réfraction, sont autant de faits qui rendent plus que probable qu'un fluide particulier est le principal agent dans la production de tous les phénomènes de cristallisation et de double réfraction.

Il est néanmoins un fait qui forme une belle connexion entre l'aberration du rayon extraordinaire et les principes établis dans ce Mémoire. Un célèbre philosophe anglais a démontré que toute ondulation doit prendre une forme sphéroïdale, lorsqu'elle se propage à travers une substance peu à peu stratifiée, dans laquelle la densité est plus grande dans une direction que dans une autre, et j'ai démontré, d'après l'expérience, qu'une substance semblable possède la propriété de la double réfraction. Cette circonstance singulière sera sans doute regardée comme un argument à l'appui du système ondulatoire.

DES TACHES DU SOLEIL.

Le professeur Pictet, au sujet de la température de cet été dans une partie de l'Europe, a rappelé l'attention des physiciens sur les taches du Soleil, qui furent découvertes en 1611 par Scheiner et Galilée. « L'apparition de ces taches en un nombre plus ou moins grand, dit Pictet, ne paroît pas avoir eu d'influence sensible sur la température des saisons correspondantes. On a eu des étés très-chauds pendant lesquels le Soleil avoit beaucoup de taches, et des hivers très-froids dans lesquels on n'en apercevoit aucune. Ainsi en 1779 et en 1793 on a vu des taches qui, mesurées exactement, avoient de dix à douze mille lieues de diamètre, celui de la Terre n'en a que 2860. On en vit une en 1791 dont la surface étoit vingt-une fois plus grande que celle de la Terre. »

Les taches du Soleil ne paroissent pas changer de place. Pictet cite les observations de M. Eynard qui a fait un grand nombre d'observations sur ces taches. « Je suis loin, dit Eynard, d'accorder à ces taches la faculté de nous ôter sensiblement de la chaleur du Soleil. Nous pouvons raisonnablement admettre, d'après les observations de leurs rotations uniformes, qu'elles sont adhérentes au corps du Soleil : et soit, comme le pense Herschel, que ces taches soient les *montagnes* du noyau solide et obscur du Soleil, qui percent quelquefois l'atmosphère lumineuse, ou soit, comme le suppose M. Biot, que le corps même du Soleil soit embrasé, et que ces taches soient d'énormes embouchures

d'où partent des éruptions de feu, je ne vois point là de cause de diminution du fluide lumineux. »

En supposant avec moi que les Soleils sont d'immenses piles en activité (comme la grande pile de l'Institution Royale) (*Journal de Physique*, tomes LXXVI et LXXVII), on dira que les taches sont des portions de la masse du Soleil qui ne sont pas susceptibles d'être galvanisées, et qui sont plus ou moins éclairées par le fluide galvanique des parties environnantes, dont l'intensité doit varier, comme on l'observe dans nos piles.

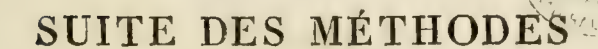
TABLE

DES MATIERES CONTENUES DANS CE CAHIER.

De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire, pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

OCTOBRE AN 1816.



SUITE DES MÉTHODES CLASSIQUES ET NATURELLES APPLIQUÉES A LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE;

PAR M. TOULOUZAN DE SAINT-MARTIN.

DEUXIÈME MÉMOIRE.

CINQUIÈME PARTIE DU MONDE.

L'Afrique.

J'AURAI peu de chose à dire de l'Afrique; son histoire est la répétition de celle de l'Amérique. Comme elle a la même direction et le même parallélisme, elle a dû avoir aussi une figure quadrangulaire, qui par les mêmes causes a été changée en une sorte de triangle dont la base est vers le nord et le sommet vers le sud. Ce sommet a été aiguisé, comme celui de l'Amérique, par les eaux du pôle Austral, et cette base a été arrondie

par les accidens successifs qui ont donné naissance à la Méditerranée correspondante à la mer des Antilles, et de même formation.

Voici comment je crois devoir tracer les limites de l'Afrique. La ligne part de l'île Socotoza, qui a bien certainement été détachée du cap Guardafui. Elle va de cette île à Speaker's Bank, qui fait partie des îles Chagos, nommées *Diego* sur les cartes de d'Anville, et liées aux Amirautes ou Sechelles, qui le sont à Madagascar et aux côtes d'Afrique; de Speaker's Bank à Sunken Rock, vers le 10e de latitude sud et le 79e de longitude orientale; je suis ce méridien qui passe par les îles d'Amsterdam et de Saint-Paul jusqu'au 60e de latitude australe, et ce parallèle jusqu'au 23e de longitude occidentale; ce dernier méridien, qui passe par divers rochers mentionnés sur ma carte, continue la limite jusqu'à des bas-fonds et des écueils situés des deux côtés de l'équateur, précisément vis-à-vis le rocher Saint-Paul, qui fait l'angle nord-est de l'Amérique; de ces bas-fonds et écueils la ligne s'incline au nord-ouest en passant par d'autres rochers jusqu'à Saint-Antoine, la plus occidentale des îles du cap Vert; de Saint-Antoine droit au nord jusqu'à un îlot reconnu en 1797 et 1805, sous le 32e de latitude boréale, entre les îles du cap Vert et les Açores; de cet îlot à Falcon Rock au nord de Porto-Santo et de Madère; de Falcon Rock à Abyla, l'une des colonnes d'Hercule; d'Abyla aux îles Galita vis-à-vis la Sardaigne; de ces îles à l'isthme de Suez en passant par le cap Serrat, le cap Blanc, le cap Guardia, le cap Bon, l'île Pentellaire, le groupe de Malte, le cap Rasat et la pointe Djerid; de l'isthme de Suez à l'île Mehun dans le détroit de Bab-el-Maudeb; enfin de l'île Mehun à Socotora, mon point de départ.

En examinant la côte orientale et en prenant pour règle le parallélisme de l'ancienne Afrique, on verra que les lacs du bassin de la mer des Indes, dont j'ai parlé dans l'article précédent, ont dû dégorger dans le canal qui est tracé sur ma carte entre l'Afrique et la Malasie. En effet ce canal est la seule région de la mer des Indes qui soit libre et profonde. C'est là où les pentes se joignoient et formoient le plus grand creux. Tout l'espace compris entre ce canal et la côte actuelle d'Afrique est semé d'îles, de bas-fonds et de bancs de sable. Je suis donc suffisamment autorisé dans le tracé de ma limite orientale.

Je fixe la limite méridionale au 60e parallèle, d'abord par analogie avec l'Amérique, ensuite parce qu'il est probable qu'il

existe des terres à cette latitude. Les doutes qu'on a sur le cap de la Circoncision, découvert par Bouvet, ne devroient porter que sur sa position et non sur son existence. Nous avons appris depuis peu que des terres avoient été vues par un vaisseau anglais au sud de ce cap, c'est-à-dire vers le 60e. Dans l'état actuel de nos connoissances dans cette partie du globe, nous devons finir les terres à ce parallèle, et regarder tout ce qui est au-delà comme une vaste plaine envahie par l'Océan austral. Les terres situées en deçà, quoique très-dispersées et sans aucune liaison apparente, ne peuvent avoir appartenu qu'à l'Afrique, d'après le document tiré du parallélisme. Le brusque escarpement du cap de Bonne-Espérance et de toute l'extrémité méridionale de l'Afrique, autorise à penser que les terres devoient autrefois se prolonger fort avant vers le sud; et en calculant la pente naturelle et graduée du sol, d'après la hauteur de la montagne de la Table, on arrive au moins au 60e parallèle.

Sur la côte occidentale il est resté assez de débris pour reconnoître ses anciens contours. Depuis le 43e de latitude australe jusqu'à l'équateur, outre les rochers indiqués sur ma ligne de limites, on remarque en dedans de cette ligne les îles de Goughs ou d'Alvarez, le groupe de Tristan d'Acunha, Sainte-Hélène, l'Ascension, Saint-Mathieu et d'autres îles moins considérables. Au nord de l'équateur elles sont encore plus rapprochées, et le groupe des îles du cap Vert, celui des Canaries, Madère, Porto-Santo ont encore des liaisons évidentes avec la côte d'Afrique. On verra sur ma carte des rapports en quelque sorte symétriques entre la limite occidentale de l'Afrique et la limite orientale de l'Amérique et de la Colombie; rapports qui se répètent entre l'Afrique et l'Europasie. En calculant les pentes absolues des Cordilières et des monts Lupate, d'après la hauteur et le parallélisme de ces deux chaînes de montagnes, on trouvera qu'elles se rencontrent justement au canal de séparation que j'ai tracé.

Ce que j'ai dit de la Méditerranée à l'article de l'Europasie, me dispense de motiver la ligne de limites au nord de l'Afrique. J'ajouterai seulement que les îles Galita, Pentellarie, le groupe de Malte et quelques autres îles plus voisines de l'Afrique, que les géographes décrivent assez volontiers comme annexes de l'Italie, ont des caractères géologiques entièrement opposés à ceux des autres îles de la Méditerranée, lesquelles sont de même nature que les côtes d'Europe. Je renvoie l'exposition de ces caractères distinctifs et classiques à la nomenclature méthodique

qui suivra ces Mémoires, afin d'éviter les longueurs et les répétitions.

SIXIÈME PARTIE DU MONDE.

La Malasie.

Cette partie du monde est celle qui a été le plus exposée au ravage des eaux. Il faut nécessairement se reporter aux temps primitifs pour en discuter la cause.

A l'orient et à l'occident la Malasie devoit s'étendre fort loin en une plaine doucement inclinée, à partir de la chaîne centrale qui court du sud au nord, depuis la Nouvelle-Hollande jusqu'aux îles Bashées, d'où elle se continuoit par les îles Formose, de Licou-Kiou, du Japon et les Kouriles jusqu'au Kamtchatka et au détroit de Béring. C'est la chaîne que j'ai appelée les *Anti-Cordilières* au commencement de ce Mémoire. Cette chaîne étant parallèle au méridien, nous pouvons considérer la Malasie sous le même point de vue que l'Amérique et l'Afrique. Nous concevrons alors que les deux grandes vallées comprises entre ces trois parties du monde, c'est-à-dire des deux côtés de la chaîne de Malasie, ont dû servir de réservoir à toutes les eaux courantes, et par conséquent être inondées jusqu'à un très-haut niveau. Observons que dans toute la partie qui confronte l'Asie, les pentes se rencontroient à de petites distances et sur plusieurs points. Toute la côte orientale d'Asie étoit bordée de lacs qui se communiquoient depuis la mer de Chine jusqu'à celle d'Okhotsk, disposition que nous avons déjà remarquée sur l'ancienne côte orientale de la Colombie.

Indépendamment de ces causes de séparation dans le sens des longitudes, on peut en reconnoître d'autres dans le sens des latitudes. Le plateau central d'Asie et le massif de la Nouvelle-Hollande, qui occupent tous deux une immense étendue et s'élèvent à de très-grandes hauteurs, se rencontrent de manière que le versant des eaux est dirigé dans ce qu'on appelle communément l'*Archipel indien;* région qui a dû être inondée dans toutes ses parties basses, et où doivent s'être formés quantité de lacs. Ajoutez maintenant les commotions volcaniques et les irruptions multipliées de l'Océan austral, et vous verrez pourquoi la Malasie a été détachée de l'Asie d'une manière si brusque, submergée en plus grande partie, et divisée en une multitude d'îles d'autant plus petites et plus dispersées, qu'elles sont à une plus

grande distance de la chaîne centrale, dont les noyaux eux-mêmes ont été écartés par de violentes commotions et ne forment plus depuis que des terres détachées.

Dans mon prochain Mémoire je parlerai plus en détail de ces bouleversemens, parce que ce sera le moyen d'obtenir de sûres indications pour les divisions naturelles de la Malasie. Dès à présent nous pouvons conclure de ce qui a été dit, que toutes les terres et îles, quelque éloignées qu'elles soient, qui n'ont point trouvé place ni en Amérique, ni en Colombie, ni en Afrique, ni en Europasie, doivent être comprises dans la sixième partie du monde, puisqu'elles sont les restes subsistans des anciennes terres de cette région bouleversée. Ce résultat rend extrêmement facile le tracé des limites.

Je prends mon point de départ de la Gorta, île déserte située au nord-est des îles Sandwich, dont elle peut être considérée comme une dépendance. De la Gorta la ligne va à Cliportou Rock, vis-à-vis la côte de Colombie; de Cliportou Rock à un rocher vu en 1802 sous le 103e de longitude occidentale et le 25e de latitude sud, rocher qui pourroit bien être l'île Salas des Espagnols; de ce rocher à l'île connue maintenant sous ce dernier nom; de l'île Salas à Téapi, autrement l'île de Pâques; de Téapi aux écueils nouvellement découverts au sud de la Nouvelle-Zélande, et appelés par les Anglais *le Juge et son Clerc;* de ces écueils à d'autres plus au sud, nommés *l'Évêque et son Clerc;* de ces derniers à la pointe de la terre de Lewin, côte sud-ouest de la Nouvelle-Hollande; de cette pointe à Apularia, petite île située en face de Sunken Rock, qui fait l'angle nord-est de l'Afrique; d'Apularia à Poulo-Ronde la plus septentrionale des petites îles placées au nord de Sumatra; de Poulo-Ronde aux îles Lingen entre Banca et les îles Rintang, limite de l'Europasie; des îles Lingen au Bashées; des Bashées à Pena de los Picos, vis-à-vis Ao-Sima la plus orientale des îles du Japon; de Pena de los Picos à Rica-de-Plata, et enfin à la Gorta, d'où je suis parti.

Le cordon de la Gorta aux écueils du Juge et de l'Évêque, offre très-peu de terres; il ne passe que sur quelques petites îles placées à de très-grandes distances et comme perdues dans l'immensité des mers. Cependant ces îles ne peuvent appartenir qu'à la Malasie, et je suis ici d'accord avec les géographes qui ont distingué cette partie du monde des autres. Il est probable aussi que l'on découvrira d'autres îles sur ce cordon. J'aurois pu tirer, des deux côtés, des lignes méridiennes jusqu'au 60e parallèle,

comme j'ai fait pour l'Amérique et l'Afrique, et j'y aurois été suffisamment autorisé, puisque l'axe de la Malasie est aussi parallèle aux méridiens; mais outre que cela auroit trop contrarié les idées reçues, j'ai cru qu'il étoit important de faire remarquer que la Malasie dans son ensemble, offre vers le sud la figure angulaire qui doit résulter des irruptions de l'Océan austral. Ainsi cette figure actuelle de la Malasie, qui est conforme à la vérité, puisque toute la ligne de limite passe sur des terres existantes, répond à celles que les mêmes causes ont données à l'Amérique et à l'Afrique qui, sur ma carte, sont figurées comme elles l'étoient avant l'irruption, tandis que la Malasie l'est après cette même irruption. Il est bon de faire observer à l'appui de ces analogies, que les écueils du Juge et de l'Evêque se lient à la Nouvelle-Zélande par le groupe des Macquaries, l'archipel du lord Auckland, et plusieurs autres îles dispersées; en sorte que l'angle sud de la Malasie offre les mêmes dispositions que ceux de l'Amérique et de l'Afrique, où l'on voit aussi des îles en avant des promontoires qui terminent le continent.

L'autre moitié du cordon, depuis les écueils de l'Evêque jusqu'à la Gorta, est partout tracée par des terres d'autant plus voisines et plus liées qu'elles sont plus rapprochées de l'Asie. L'île Apularia se lie d'un côté à Java par les îles des Cocos et des Christmas, et de l'autre à la Nouvelle-Hollande par les mêmes îles des Cocos et des Brisans, vues par d'Harcourt en 1770, et Vausitture en 1789, au nord-ouest de la Nouvelle-Hollande. A l'ouest de ma ligne de limites, on n'a point vu d'îles entre la Malasie et l'Afrique; c'est cet espace de mer par lequel l'Océan austral doit avoir fait ses irruptions sur les côtes de l'Inde; ce qui a dû l'élargir de plus en plus vers le sud.

Quant à la ligne de démarcation qui confronte l'Asie, elle est moins nette qu'aucune de celles que j'ai tracées; ce qui est une suite, comme je l'ai dit, de l'ancienne jonction de ces deux parties du monde. Cependant cette ligne ne laisse subsister quelques doutes que dans la mer de Chine. J'aurois pu éviter cette inexactitude en multipliant les angles; mais il auroit fallu entrer dans des détails minutieux que ce Mémoire ne comporte point, et la chose est trop peu importante pour s'y arrêter.

Nous avons cherché et rassemblé tous les vestiges épars de l'ancienne terre, échappés au ravage des eaux, et, en les rattachant aux parties du monde qui les réclament, nous avons con-

sidérablement restreint le domaine de l'Océan et agrandi celui de la surface terrestre. Cette suite d'opérations, rigoureusement déduites d'un seul principe, ramène cette surface à ses linéamens naturels, et nous fait apercevoir de nouveaux rapports qu'il importe d'indiquer.

En premier lieu, si on examine la carte, on verra que toutes les lignes de limites correspondent de telle sorte qu'elles suivent exactement les mêmes contours; et qu'on ne croie pas qu'il y ait ici quelque chose d'hypothétique! tous les points de reconnoissance sont exactement placés; nous ne les avons liés à telle ou telle partie du monde, qu'après avoir discuté impartialement les faits propres à nous éclairer. L'espèce de symétrie qui résulte de ce travail, prouve qu'il a été fait d'après des principes naturels et vrais. Il prouve que ces lignes sont réellement les anciens rivages, et que les canaux de séparation, où en effet se trouvent les plus grandes profondeurs, sont les vallées les plus creuses, dans lesquelles toutes les eaux courantes ont dû s'amasser en dernier lieu pour former l'Océan.

En second lieu, ces lignes répondent à la direction générale des montagnes. Ainsi elles sont parallèles aux méridiens dans l'hémisphère austral où les montagnes courent dans le même sens; elles sont inclinées dans la Colombie et l'Europasie où les chaînes le sont aussi; enfin elles sont parallèles à l'équateur dans la zone glaciale, où les inégalités suivent cette direction. Ces lignes sont donc naturelles. Elles désignent exactement les points où les grandes pentes se rencontrent, et les canaux de séparation sont réellement les creux où ces pentes se joignent par leurs bases.

En troisième lieu, ce nouveau système géographique nous permet de considérer chaque partie du monde comme une masse distincte des autres par des caractères particuliers, quoique les six parties soient semblables par leurs caractères généraux. On reconnoîtra en effet, par l'examen que je ferai de ces caractères particuliers dans mon prochain Mémoire, que non-seulement les montagnes, le sol, le climat, et toutes les autres choses inorganiques, diffèrent dans chaque partie du monde, mais encore que la même différence existe dans les productions organiques, sans en excepter l'homme; à moins que des causes sociales aient plus ou moins altéré les traits primitifs. On verra que ces caractères distinctifs se laissent apercevoir en se modifiant diversement dans chaque région d'une même partie du monde; en sorte qu'on peut s'en servir pour distinguer ces régions, comme dans l'his-

toire naturelle on a fait usage des caractères d'un genre pour y rattacher les espèces et les variétés.

Je dois m'abstenir de plus longs développemens. Si on regardoit comme un système la combinaison naturelle des faits que j'ai cru devoir prendre pour règle de mon travail, je répondrai que toutes nos méthodes d'histoire naturelle ne sont que des combinaisons semblables, et qu'il ne peut y avoir de méthode sans ces mêmes combinaisons. Ce n'est pas tout d'amasser des faits; tant qu'ils restent isolés, ils sont perdus pour la science. Dans un temps on ne savoit que fabriquer des systèmes, et ces systèmes tomboient parce qu'on n'avoit pas assez de faits. Aujourd'hui les faits nous encombrent, parce qu'on crie à l'anathème contre celui qui ose former un corps de doctrine; ce qui n'empêche pas que ceux qui crient le plus fort n'aient donné leurs systèmes le plus souvent avec moins de raison et de bonheur. Le système de Linné n'étoit-il pas purement artificiel? La nomenclature chimique n'a-t-elle pas été contrariée par les nouvelles découvertes; Cependant qui oseroit nier les avantages qu'on a retirés de ces méthodes?—Détrompons-nous; il faut à l'homme de l'ordre dans ses études; il faut que les moyens dont il peut disposer soient soumis à des règles quelconques. Les premières que l'on prescrit sont insuffisantes, quelquefois sujettes à donner aux sciences une fausse direction. N'importe; la vérité se découvre par l'erreur, et on n'y arrive que par elle; on corrige, on rectifie, et on parvient enfin à tracer une route plus naturelle et plus sûre.

J'avoue de bonne foi que la Géologie n'est pas assez avancée pour qu'on puisse en déduire des résultats généraux positifs; mais si on ne tente point d'arriver à ces résultats, on n'y arrivera jamais. La cause principale du retard de cette science intéressante doit être attribuée à l'imperfection de la Géographie physique. Commençons par donner à celle-ci une méthode qui ne soit point arbitraire et qui ait des principes fixes; établissons, par l'application de ces principes, des divisions aussi naturelles qu'il sera possible, des limites bien nettes, des caractères exactement définis et clairement énoncés. Alors la Géologie vérifiera cette multitude de faits dont elle n'ose faire aucun usage tant ils sont inexacts; alors elle généralisera ce qu'elle aura reconnu vrai; alors enfin elle se donnera, comme les autres sciences, des règles et des théories qui assureront sa marche et ses opérations.

Mais comment entreprendre de régulariser la Géographie physique sans le secours de cette même Géologie, dont les documens

quoique

quoique vagues, sont si importans, si nécessaires, si féconds dans leurs résultats? J'ai donc eu recours à ces documens, et j'ai cru qu'ils étoient assez positifs pour pouvoir établir en principe que le feu et l'air ont opéré des formations avant l'eau, et que les formations aqueuses ont commencé par la débâcle des lacs, dont la réunion dans les lieux les plus bas, a donné naissance à l'Océan, qui par ses éruptions a ensuite achevé la configuration de la surface terrestre.

S'il restoit des doutes à cet égard, les faits suivans les feroient disparoître.

Depuis ce qu'a dit, *Théorie de la Terre*, tome V, pag. 135, M. Delamétherie, des terrains d'eau douce, et les savantes recherches de MM. Cuvier et Brongniart sur les terrains de Paris, l'attention des géologues s'est fixée plus particulièrement sur les formations d'eau douce. Les observations auxquelles ces formations ont donné lieu, conduisent à ce résultat, que les terrains d'eau douce sont très-communs et qu'ils offrent une succession d'époques comme ceux des eaux marines. Il paroît qu'après chacune des éruptions de la mer, il s'est passé des intervalles de temps plus ou moins longs, pendant lesquels les terrains déposés par ces éruptions ont contracté une surface solide au-dessus de laquelle les eaux courantes ont formé des lacs très-étendus, où se sont opérées des formations d'eau douce. D'autres éruptions sont survenues, d'autres lacs se sont formés; toutes ces créations différentes ont été suivies d'un temps de repos; de manière que nos continens sont le résultat d'un travail infiniment long, auquel ont coopéré tour à tour les eaux douces et les eaux de la mer; travail qui paroît se continuer encore, mais avec plus de lenteur.

Les formations d'eau douce des schistes marneux et blanchâtres de Vérone, de Cérigo, d'Eininghen, de Papenheim....; celles des terrains gypseux de Paris, d'Aix en Provence....., alternent avec les formations marines; mais on en connoît qui précèdent les plus anciens dépôts de l'Océan. Tel est ce banc mince, mais très-étendu, des schistes marno-bitumineux et noirâtres de la Thuringe et du Mansfeld, qui occupe presque toute l'Allemagne. Ces schistes reposent immédiatement sur le grès rouge produit du terrain de transition immédiatement superposé à la grauwacke. D'après une observation de M. Menard, ce grès paroît être un détritus du porphyre rouge, comme la grauwacke est un détritus des schistes primitifs. Le schiste marno-bitumineux qui pose sur le grès rouge, supporte lui-même le calcaire com-

pacte par lequel commence la série des formations océaniques; et ce schiste contient des empreintes de poissons qu'on regarde comme des espèces d'eau douce.

Or on ne pourra jamais se rendre raison de ces faits, si on ne suppose avec moi,

A Que dans l'origine il n'y a point eu de mer, mais seulement des lacs;

B Que toutes les espèces aquatiques ont commencé par vivre dans ces lacs;

C Que durant cette époque, et même auparavant, il y a eu de grands éboulemens du terrain primordial, causés par l'action de l'atmosphère; éboulemens qui ont produit le terrain de transition sur lequel il s'est formé d'autres lacs qui ont opéré ces formations anciennes des schistes marno-bitumineux;

D Que dans la suite la plupart de ces lacs sont devenus salés par le lessivage des terres et par l'évaporation des eaux, comme on le voit dans tous les lacs sans écoulement;

E Que ce changement dans la nature des eaux, en a produit un analogue dans l'organisation des espèces que ces eaux nourrissoient; ce qui explique pourquoi on retrouve assez ordinairement les genres, mais rarement les espèces dans les fossiles anciens (1).

La débâcle successive des lacs anciens ayant ensuite formé l'Océan, cet Océan, par ses irruptions, a posé des terrains d'eau marine sur des terrains d'eau douce, et de nouveaux lacs ont posé des terrains d'eau douce sur des terrains d'eau marine.

Ce travail alternatif paroît avoir eu une marche dont on peut

---

(1) « Il est bon de remarquer que parmi les coquilles fossiles dont les ana-
» logues marins ou vivans ne sont pas connus, il en est beaucoup qui ont une
» forme très-rapprochée de coquilles des mêmes genres que l'on connoît dans
» l'état marin....: ce sont là, nous dit-on, des espèces perdues. » (Lamarck, *Syst. des Anim. sans vertèbres.* Paris 1801, pag. 408.) Ce savant judicieux conclut ensuite qu'il n'y a pas réellement d'espèces perdues, mais que les espèces actuelles ne ressemblent plus aux anciennes, parce qu'elles ont subi des changemens qui ont produit l'identité sans marquer l'analogie, qui est reconnoissable pour le plus grand nombre. Il me semble que ce raisonnement est celui qui représente le mieux les faits. Cette opinion ne conduiroit à de fausses conséquences, qu'autant qu'on passeroit de ces faits à des suppositions qu'ils peuvent autoriser, mais qui n'étant pas elles-mêmes des faits, ne mériteroient pas la même confiance.

suivre la direction. Le grand écoulement des lacs s'est fait dans les régions australes. Il existoit là des mers, ou peut-être une seule mer, lorsque l'Europe, l'Asie tempérée et la Colombie étoient encore couvertes de lacs et de marais. Cette mer australe toujours poussée vers le nord, a déposé à différentes reprises des terrains d'eau marine, et chaque fois qu'elle s'est retirée, les lacs ont fait à leur tour des dépôts d'eau douce. Aujourd'hui encore on peut remarquer qu'il existe peu de lacs dans les régions australes, et qu'ils sont au contraire plus nombreux et plus vastes à mesure qu'on avance vers le nord. La mer ronge sans cesse les rivages des contrées australes, et les fleuves étendent ceux des régions boréales. On sait même par des traditions historiques, que la Chaldée, l'Egypte, la Grèce, la France ont été couvertes de lacs et en partie inondées; aujourd'hui il n'y a de pareilles inondations que dans la Russie et le Canada.

La différence des terrains d'eau marine et leur alternation avec ceux d'eau douce, prouvent clairement que l'Océan a fait plusieurs irruptions et à différentes époques. — Ces faits renversent l'hypothèse d'une grande inondation qui auroit submergé tout le globe. — Ils démontrent, au contraire, que les irruptions ont été assez bornées, et qu'elles n'ont exhaussé le sol que peu à peu et avec le secours du temps. — Cependant il est probable qu'il y a eu des irruptions assez grandes de l'Océan austral, les unes plus anciennes qui ont remonté les bassins du grand Océan et de l'Atlantique, pour refluer du pôle arctique vers le sud, les autres plus modernes qui ont pénétré entre les terres pour se joindre aux Méditerranées. — Les montagnes s'abaissent en général vers le nord, et on remarque même que dans les endroits où elles ont une certaine élévation, comme par exemple les Dofrines dans la Norwège, le terrain primordial ne perce point les terrains secondaires, qui à eux seuls forment les crêtes et les hauteurs. Le reflux des eaux venues du sud a donc pu pousser les eaux sans obstacle jusqu'au pied des Alpes. — Les montagnes stratifiées sont plus élevées et plus rapprochées au pied des Alpes du côté du nord, que dans le reste de l'Allemagne et des pays septentrionaux, où même on ne trouve que des collines et des plaines. Ce fait se concilie avec cette observation, que le talus d'un terrain apporté par les eaux, s'incline vers le courant et s'élève contre l'obstacle qui l'arrête, en raison composée de la puissance de ce courant et de la résistance de cet obstacle; de sorte qu'au pied des Alpes où les grandes eaux ont été arrêtées,

les terrains de dépôt ont dû s'entasser sur les flancs des Alpes et s'élever à une grande hauteur par cette cause bien connue. — Les terrains calcaires manquent dans les régions australes, et sont au contraire accumulés dans les régions tempérées. Ce fait combiné avec ceux de l'escarpement et du prolongement des pointes vers le sud, de l'étendue des plaines et de leur douce inclinaison vers le nord, laissent peu de doute sur cette hypothèse, que la marche des irruptions de l'Océan a été dirigée du sud au nord, et que les matières enlevées par le flux à l'hémisphère austral, ont été déposées par le reflux à l'hémisphère boréal. — Quant au second genre d'irruption, je m'y suis assez étendu dans ma note au sujet de la Méditerranée, à l'article *Europasie*.

Enfin si la débâcle successive des lacs et les irruptions postérieures de l'Océan austral, sur lesquelles repose mon système géographique, ne paroissoient pas suffisamment d'accord avec les faits, encore faudroit-il convenir des avantages que promettent les résultats que je dois en obtenir.

A. La surface terrestre aura été ramenée à ses vrais linéamens, ou à peu près.

B. Les six parties du monde seront des divisions naturelles, ou au moins bien distinctes, qui ne laisseront plus de prise à l'équivoque.

C. Les traits caractéristiques de chacune de ces divisions pourront être tracés avec vérité et exposés avec méthode.

D. L'Océan restreint à son ancien lit, aura aussi des limites fixes et invariables.

E. Il pourra être divisé en plusieurs bassins et canaux qui auront leurs caractères distinctifs et qui pourront recevoir des noms classiques.

F. Les espaces de mer qui sont hors de ces canaux et qui communiquent avec eux, seront classés avec les parties du monde dont ils sont les anciennes plaines submergées.

G. Lorsque la hauteur des principales chaînes de montagnes sera exactement mesurée, si on admet que les canaux de séparation sont les creux où les pentes absolues de ces chaînes se rencontrent, on pourra calculer la profondeur des mers à ces mêmes creux, en prenant pour termes connus la hauteur et la distance des chaînes qui confrontent.

H. Ce nouveau système de limites donnera des indications importantes sur les courans, et fera apercevoir des rapports jusqu'ici inconnus ou négligés entre les terres et les mers.

I. Enfin, si avec le secours des principes qui m'ont guidé dans ce Mémoire, je divise et subdivise nettement chaque partie du monde en régions et en contrées qui auront leurs caractères particuliers, et si ces caractères peuvent être clairement et classiquement énoncés, j'aurai fourni aux naturalistes des moyens certains pour rectifier les faits déjà connus, pour en observer de nouveaux avec plus de précision, en un mot, je leur aurai tracé le plan des lieux qu'ils doivent parcourir et faire mieux connoître par leurs savantes et laborieuses recherches.

Cette dernière opération sera le sujet d'un troisième Mémoire qui présentera beaucoup de difficultés, mais aussi des questions intéressantes, que je ne crois pas impossibles de résoudre. Dans un quatrième Mémoire, je traiterai de tout ce qui tient à la nomenclature. Enfin, après avoir ainsi épuisé tous les sujets de discussion, je donnerai cette nomenclature sous le titre particulier de *Systema naturæ*, *pars Géographica*, en l'accompagnant d'une carte physique de la terre.

Le *Systema naturæ*, ce monument immortel élevé par le grand Linné, ne doit pas comprendre seulement le catalogue des espèces minérales et organiques; il doit, selon moi, embrasser tout ce qui est du domaine de la nature; les cieux, les mers, les terres avec tout ce qu'ils renferment. Il n'est pas au pouvoir d'un seul homme de mettre de l'ordre dans cette multitude d'objets. Mais l'intérêt général de la science doit déterminer le petit nombre de ceux qui la cultivent pour elle et non pour eux, à se partager un travail pénible et ingrat, mais utile et nécessaire. La Minéralogie, la Botanique et la Zoologie ont fait d'immenses progrès depuis qu'elles ont de la méthode. J'ai osé me flatter de procurer les mêmes avantages à la Géographie physique, en cherchant à la régulariser. D'autres amis de la science seront peut-être excités par cet exemple à apporter le même ordre dans l'Astronomie descriptive. Quand toutes ces branches essentielles des connoissances humaines seront rigoureusement classées dans tous leurs détails, alors, et seulement alors, nous pourrons apprécier à sa juste valeur cette multitude de faits dont nos systèmes n'embrassent qu'une petite partie, et dont l'assemblage régulier doit enfin nous mettre à portée d'interroger immédiatement la nature.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.			BAROMÈTRE MÉTRIQUE.			THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	MAXIMUM.	MINIMUM.	A MIDI.	
	heures. °	heures. °		heures. mill.	heures. mill.	mill.	°
1	à 9 m. +12,75	à 9 s. + 8,75	+10,85	à 9 s. 748,12	à 5 ¼ m. 738,40	740,70	16,7
2	à 3 s. +11,10	à 9 s. + 6,25	+ 9,60	à 9 s. 755,50	à 5 ¼ m. 750,12	752,50	15,1
3	à midi. +13,50	à 5 ¼ m. + 2,75	+13,50	à 9 m. 756,50	à 5 ½ s. 754,94	755,86	14,9
4	à 10 ½ m. +13,25	à 5 ¼ m. + 5,00	+12,15	à 5 ¼ m. 753,80	à 1 ½ s. 748,50	751,22	14,2
5	à midi. +14,25	à 5 ½ m. + 5,75	+14,25	à 10 s. 755,50	à 5 ½ m. 754,02	755,40	14,9
6	à 3 s. +17,10	à 5 ½ m. + 7,00	+16,10	à 9 s. 760 12	à 5 ½ m. 756,96	759,60	15,9
7	à 2 s. +20,25	à 10 s. +12,00	+18,75	à 10 s. 760,08	à 5 ½ m. 758,92	759,58	15,9
8	à 3 s. +20,85	à 5 ½ m. +14,25	+19,40	à midi 758,10	à 10 s. 767,60	758,10	16,7
9	à midi. +20,35	à 5 ½ m. +14,00	+20,35	à 9 m. 757,46	à 6 ¼ s. 755,10	756,42	17,4
10	à 10 ½ m. +20,50	à 5 ½ m. +15,50	+17,50	à 9 s. 759,10	à 5 ½ m. 755,36	757,68	18,1
11	à midi. +20,00	à 9 s. +13,75	+20,00	à 9 s. 759,74	à 3 s. 758,50	758,75	18,0
12	à midi. +17,75	à 5 ½ m. + 9 90	+17,75	à 9 s. 765,36	à 5 ½ m. 762,32	764,22	17,9
13	à midi. +21,10	à 5 ¼ m. + 8,00	+21,10	à 10 ½ m. 767,28	à 6 s. 766,16	767,10	17,9
14	à 3 s. +20,25	à 5 ¾ m. + 8,50	+19,85	à 9 m. 766,18	à 11 s. 764,28	765,72	18,5
15	à 2 s. +21,25	à 5 ¾ m. + 9,75	+20,50	à 7 ½ m. 763,76	à 10 s. 762,84	763,30	18,9
16	à midi. +23,40	à 5 ¾ m. + 8,25	+23,40	à 9 m. 762,20	à 9 s. 760,24	761,66	19,4
17	à 2 ¼ s. +24,00	à 5 ¾ m. +11,75	+23,25	à 9 m. 759,88	à 3 s. 758,50	759,42	20,0
18	à 2 s. +25,00	à 5 ¾ m. +12,50	+23,00	à 9 ½ s. 760,46	à 4 ¾ m. 759,28	760,04	20,1
19	à midi. +18,75	à 6 m. +13,75	+18,75	à 9 s. 760,88	à 6 m. 759,50	760,26	19,2
20	à 3 s. +18,50	à 6 m. +11,00	+18,00	à 9 m. 760,12	à 9 s. 756,52	759,72	18,6
21	à 3 s. +18,65	à 6 m. + 9,75	+16,85	à 6 m. 753,04	à 5 ½ s. 751,50	752,40	17,9
22	à 3 s. +18,80	à 6 m. +10,75	+18,40	à 9 ½ s. 753,84	à 6 m. 751,60	752,60	18,4
23	à 3 s. +17 25	à 9 s. +11,75	+15,50	à 10 ½ s. 755,20	à 6 m. 754,50	755,00	17,6
24	à 3 s. +18,25	à 5 ¾ m. + 8,50	+15,60	à 10 s. 758,90	à 5 ¾ m. 754,60	753,56	17,5
25	à 3 s. +19,00	à 6 m. + 8,50	+18,50	à 10 s. 763,80	à 6 m. 760,24	762,08	17,8
26	à 3 s. +17,00	à 6 m. +11,00	+15,60	à midi 765,10	à 6 m. 763,90	765,10	17,1
27	à 10 ¾ m. +16,15	à 9 s. +10,75	+15,85	à 9 s. 765,60	à 3 s. 764,50	765,08	17,4
28	à 3 s. +17,60	à 6 m. + 5,50	+17,40	à 9 ¼ m. 765,20	à 5 s. 763,20	764,70	17,4
29	à 3 s. +19,75	à 6 m. +13,25	+18,00	à 6 m. 760,70	à 9 s. 753,64	758,28	17,5
30	à midi. +16,10	à 6 m. + 9,25	+16,10	à 9 s. 758,54	à 6 m. 755,88	757,94	18,0
Moyennes.	+18,41	+10,20	+17,54	759,71	757,05	758,90	17,3

RÉCAPITULATION.

	Millim.
Plus grande élévation du mercure.....	769°28 le 13
Moindre élévation du mercure.........	738,40 le 1
Plus grand degré de chaleur.........	+25°00 le 18
Moindre degré de chaleur............	+ 2,75 le 3
Nombre de jours beaux.......	19
de couverts...........	11
de pluie...............	16
de vent...............	30
de gelée..............	0
de tonnerre...........	1
de brouillard.........	20
de neige..............	0
de grêle..............	1

NOTA. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La tempé...ture des caves est également

SEPTEMBRE 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	96	O-N-O.		*Pluie.*	*Pluie* continuelle.	Couvert, pluie.
2	88	S-O.		Quelq. éclaircis, pl.	*Pluie* par intervalles.	*Pluie* par intervalles.
3	74	S.		Nuageux, brouillard.	*Idem.*	Nuageux, pl. à 5 h, gr.
4	93	*Idem.*		Quelques éclaircis.	*Pluie* abondante.	*Pluie* jusq. 5 h, b. ciel.
5	71	S-O.		Nuages à l'horizon.	Nuageux.	*Pluie* fine.
6	68	*Idem.*	P.L. à 4 h. 31' s.	Brouillard ép., hum.	Très-nuageux.	Couvert.
7	70	*Idem.*		*Pluie*, brouillard.	Couvert.	Nuageux.
8	70	O.	Lune apogée.	*Pluie* abondante.	Quelques éclaircis.	Couvert.
9	79	S-O.		Couvert, brouillard.	Couvert, *pluie* à 9 h.	*Idem.*
10	87	*Idem.*		Nuageux.	*Pluie.*	*Id.*, pluie à 3 h.
11	81	O.		*Idem*, pl. à 9 h.	*Idem.*	*Pluie.*
12	61	*Idem.*		Nuageux.	Nuageux.	Très-nuageux.
13	59	S.		Beau ciel, brouillard.	*Idem.*	*Idem.*
14	60	S-E.	D.Q. à 7 h 36' s.	*Idem.*	Beau ciel.	Beau ciel.
15	57	E.		*Idem*, léger br.	*Idem.*	*Idem.*
16	61	S.		Beau ciel, léger br.	*Idem.*	*Idem.*
17	64	S-E.		Légers nuages, br.	*Idem.*	*Idem.*
18	73	S.		Nuageux, lég. brouil.	Légers nuages.	Nuageux, éclairs.
19	86	N-E.		Très-nuageux, br.	Couvert.	Couvert.
20	70	*Idem.*		Très-nuageux.	Très-nuageux.	Très-nuageux.
21	83	E.	N.L. à 3 h 12' s.	*Pluie*, brouillard.	Couvert.	Très-couvert, brouill.
22	78	S.	Lune périgée.	Brouillard épais.	*Idem.*	*Pluie* depuis 8 h.
23	85	S-E.		*Pluie* abondante.	*Pluie.*	Très-nuageux.
24	84	S-O.		Nuageux, brouillard.	*Idem*, tonnerre.	*Idem.*
25	71	*Idem.*		*Idem.*	Nuageux.	Nuageux.
26	80	O.		Couvert, brouill. ép.	Couvert.	*Idem.*
27	81	N-O.		*Idem*, léger br.	*Id.*, pl. par interv.	*Idem.*
28	67	S-O.	P.Q. à 8 h 35' m.	Nuageux, lég. brouil.	Très-nuageux.	*Pluie.*
29	82	*Idem.*		*Pluie*. lég. brouillard.	Couvert.	*Pluie* dans la nuit.
30	66	O.		Quelques nuages.	Nuageux.	Nuageux.
Moy.	77					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du

N	0
N-E	2
E	2
S-E	3
S	6
S-O	10
O	6
N.-O	1

Therm. des caves { le 1er 12°,091 / le 16 12°,092 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 63mm40 = 2 p. 4 lig. 1 dixième.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et
emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté
et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens,
du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, et par
exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

PRODROME

D'une nouvelle Distribution systématique du Règne animal;

Par M. H. de BLAINVILLE.

Quoique je sois fort éloigné de regarder comme entièrement terminée, et encore beaucoup moins comme parfaite, cette nouvelle distribution de toute la partie des corps organisés qu'on désigne communément sous le nom de *règne animal*, distribution commencée depuis fort long temps, et à laquelle je travaille encore tous les jours, je ne crois pas moins utile, sinon pour les autres, au moins pour moi, à cause de certaines circonstances particulières qu'il seroit trop long et inutile d'énumérer, de la publier en tableaux, c'est-à-dire sous la forme la plus concise possible, me réservant de la développer successivement dans autant de dissertations particulières.

Avant tout, je dois déclarer que mon dessein n'a nullement été d'innover; mais ayant envisagé la Zoologie d'une manière générale, et pour un but particulier, l'enseignement de l'Ecole normale; et m'étant, pour ainsi dire, établi, *à priori*, une manière propre de la considérer, j'ai suivi le plan que je m'étois proposé, sans m'occuper si d'autres zoologistes avoient pu arriver à la même idée et au même résultat que moi. Je dois cependant faire l'observation préliminaire, que la plupart des choses nouvelles, bonnes ou mauvaises, que je propose, ont été exposées, sans aucune restriction, dans les différens cours publics que j'ai faits depuis l'année 1810 à Paris. Au reste, dans le développement et le perfectionnement de cette méthode, je me propose, dans une histoire critique et impartiale de chaque partie de la Zoologie systématique, d'exposer franchement tout ce que d'autres ont établi avant moi, comme je l'ai déjà fait dans deux Mémoires lus à la Société Philomatique, l'un sur les animaux mollusques, et l'autre sur les animaux articulés.

Je crois aussi devoir faire précéder cette classification générale de l'exposition sommaire des principes qui m'ont guidé dans ce travail, et de la marche que j'ai cru devoir adopter.

J'ai

J'ai commencé par étudier les corps organisés, et surtout les animaux, dans toutes les parties de leur organisation, sous le rapport spécial de la Physiologie générale. Cela m'a servi à ramener à un certain nombre de types principaux toutes les anomalies que je pouvois rencontrer, et par conséquent à me rendre compte d'une foule de modifications qu'un appareil a pu éprouver dans la longue série des animaux. C'est sans contredit, de toute l'Anatomie comparée, la partie la plus difficile, mais aussi la plus féconde en résultats curieux, et peut-être même celle à laquelle le nom d'*Anatomie comparée* doit être réservé.

Je me suis ensuite occupé de grouper les animaux d'après cette seule considération, c'est-à-dire d'après l'ensemble de leur organisation, en les considérant comme formant des types pouvant offrir certaines anomalies pour un but déterminé, sans m'occuper en aucune manière de la facilité de l'instruction, ou de les disposer dans un ordre systématique. Mais ces groupes naturels une fois formés, j'ai dû chercher à établir cette disposition systématique, et pour cela j'ai, pour ainsi dire, essayé successivement chacun des organes ou appareils, et lorsqu'il a été possible de convertir le groupement en système, j'ai choisi celui qui, en même temps qu'il rompoit le moins de rapports naturels, étoit aussi le plus aisément traduit à l'extérieur, quand par hasard il ne s'y trouvoit pas.

J'aurois bien desiré, de plus, établir une nomenclature entièrement rationnelle, que je crois réellement possible en Zoologie plus que dans toute autre partie des sciences naturelles; mais la crainte bien fondée qu'elle ne fût pas adoptée, m'a fait, sinon abandonner, au moins ajourner ce projet à une époque plus reculée.

C'est ainsi, comme on pourra le voir, que je suis arrivé à mettre en première ligne la disposition des différentes parties, ou la forme générale des animaux, ce qui se trouve concorder avec celle du système nerveux quand il existe;

Puis l'organe qui soutient cette forme, ou la peau et ses annexes;

Après cela les appendices qui s'y ajoutent et s'y développent;

Enfin, les différentes modifications et combinaisons de ces modifications des appendices, c'est-à-dire des organes des sensations, de la locomotion, dans ses différentes espèces, de la mastication, et jusqu'à un certain point, de la respiration;

En sorte que toutes les principales subdivisions que je propose, et les seules que je regarde comme tout-à-fait bonnes dans mon

système, sont entièrement établies sur les organes de la vie animale; aussi n'est-il plus question dans ce Prodrome, de circulation, de cœur à un ou deux ventricules, de sang chaud ou froid, rouge ou blanc, de respiration aérienne ou aquatique, double ou simple, caractères qui, outre qu'ils ne sont pas perceptibles par eux-mêmes sans anatomie, sont à peine traductibles, et sont beaucoup moins importans, c'est-à-dire offrent des caractères zoologiques d'une beaucoup moins grande valeur qu'on ne le pense communément.

Comme il eût été beaucoup trop long pour le but que j'ai en ce moment, de donner les caractères des subdivisions que je propose, et encore plus des raisons que j'ai eues de les établir, je me suis borné à ajouter en notes ce que j'ai cru de plus essentiel, en me laissant, pour ainsi dire, guider par la place.

TABLEAU ANALYTIQUE

Des Subdivisions primaires (Sous-Règne), *secondaires* (Type), *tertiaires* (Sous-Type), *quartenaires* (Classe) *de tout le règne animal.*

ANIMAUX.

Sous-règne I. ***Pairs***, ou ARTIOMORPHES.

Type I. Vertébrés, ou *Ostéozoaires.*

Sous-type I. Vivipares, ou *Mastozoaires.*

Classe I. ***Pilifères***, les Mammifères.

Sous-type II. Ovipares, ou *Amastozoaires.*

Pourvus de plumes.

Classe II. ***Pennifères***, les Oiseaux.

— d'écailles.

Classe III. *Squammifères*, les Reptiles.

— d'une peau nue.

Classe IV. *Nudipellifères*, les Amphibiens.

— de branchies.

Classe V. ***Branchifères***, les Poissons.

Type II. Invertébrés, ou *Anostéozoaires.*

Sous-type I. Non articulés; Mollusques, ou *Malacozoaires.*

Tête distincte.

Classe VI. *Céphalophores.*

— nulle.

Cl. VII. *Acéphalophores.*

Sous-type II. Sub-articulés, ou *sub-Entomozoaires.*
ClasseVIII. *Polyplaxiphores.*
—— IX. *Cirrhipodes.*
Sous-type III. Articulés, ou *Entomozoaires.*
Appendices au nombre de 6.
Cl. X. *Héxapodes.*
— au nombre de 8.
Cl. XI. *Octopodes.*
— au nombre de 10.
Cl. XII. *Décapodes.*
— en nombre variable.
Cl. XIII. *Hétéropodes.*
— au nombre de 14.
Cl. XIV. *Tétradécapodes.*
— en nombre égal à celui des articulations.
Cl. XV. *Myriapodes.*
— non articulés.
Cl. XVI. *Trichopodes.*
— nuls.
Cl. XVII. *Apodes.*
Sous-règne II. *Rayonnés*, ou ACTINOMORPHES.
Sous-type I. Sub-articulés.
Cl. XVIII. *Annelidaires.*
Sous-type II. Vrais.
Cl. XIX. *Echinodermaires.*
— XX. *Arachnodermaires.*
— XXI. *Actiniaires.*
— XXII. *Polypiaires.*
— XXIII. *Zoophytaires.*
Sous-règne III. *Sans forme régulière*, ou HÉTÉROMORPHES.
Cl. XXIV. *Spongiaires.*
— XXV. *Agastraires.*

Nota. Voyez, pour le développement de chacune de ces vingt-cinq classes, les Tableaux suivans.

TABLEAU offrant une disposition systématique de tous les Corps naturels considérés sous les rapports de leur forme et de leur structure.

CORPS.
Empire I. Organisés.
Règne I. *Animaux.*

Sous-règne I. Vrais.
Type I. Pairs, ou *Artiomorphes.*
Sous-type I. Articulés, ou *Entomozoaires.*
Internes, ou *Ostéozoaires.*
Externes, ou *Anostéozoaires.*
Sous-type II. Sub-articul., ou *Malacentomozoaires.*
Sous-type III. Non-articulés, ou *Malacozoaires.*
Acéphalophores.
Céphalophores.
Type II. Rayonnés, ou *Actinomorphes.*
Sous-règne II. Douteux, ou *Hétéromorphes.*

Règne II. *Végétaux.*
Sous-règne I. Douteux.
Sous-règne II. Vrais.
Empire II. Inorganisés.

Observation. Il est aisé de voir que ce Tableau, auquel je suis arrivé par des considérations particulières, dispose les animaux à peu près dans l'ordre établi par Linné; c'est-à-dire que les insectes y sont avant les mollusques, etc. Sans prétendre ici décider le rang que doivent occuper les premiers, je puis annoncer qu'il y a beaucoup plus de rapports qu'on ne pense communément entre eux et les animaux vertébrés, comme je me propose de le montrer dans un travail que je prépare sur une nouvelle manière d'envisager le système nerveux et ses enveloppes. J'essayerai de montrer que la tête, dans les animaux vertébrés, est composée, 1° d'une suite d'articulations ou de vertèbres soudées, chacune développée proportionnellement au système nerveux particulier qu'elle renferme, comme dans le reste de la colonne vertébrale; 2° d'autant d'appendices pairs qu'il y a de ces fausses vertèbres, et pouvant avoir des usages différens; l'un d'eux est de servir à la mastication ou à la préhension buccale comme dans les insectes. Quant à l'observation que dans les animaux vertébrés seulement, les mâchoires se meuvent de bas en haut, elle est tout-à-fait erronée, puisqu'il y a plusieurs mollusques où elles n'agissent pas autrement, et que d'ailleurs dans les insectes mêmes, ce qu'on nomme *la lèvre inférieure*, n'a pas d'autres mouvemens. En outre, il est des animaux vertébrés chez lesquels les os maxillaires supérieurs ont un mouvement de latéralité considérable, comme dans plusieurs serpens et poissons.

J'ai compris dans ce Tableau tous les corps dits *naturels*, afin de montrer que les deux règnes de l'empire organique ont pour ainsi dire un terme commun dans une de leurs parties, que j'ai nommée à cause de cela *douteuse :* ce sont certainement celles qui ont le plus besoin d'être étudiées.

Une autre petite différence avec le Tableau précédent, consiste à considérer les animaux *Hétéromorphes* comme différant davantage des *Actinomorphes* ou Radiaires, que ceux-ci des animaux pairs ou *Artiomorphes;* et en effet je suis fort porté à croire, d'après des raisons anatomiques et physiologiques, qu'ils n'ont aucune espèce de système nerveux, tandis qu'il est fort probable qu'il existe constamment dans tous les animaux vrais ayant une forme déterminée et symétrique.

L'un des plus grands défauts de cette disposition systématique des animaux, est sans doute la place qu'on est pour ainsi dire obligé de donner aux mollusques du genre Sèche, etc., qui sont des animaux fort remarquables par leurs qualités animales; cependant on devra faire la réflexion que la disposition presque radiaire et les usages de leurs tentacules, peuvent offrir quelques rapprochemens avec les polypes, etc.

Le défaut d'espace ne m'ayant pas permis de joindre au Tableau des animaux mammifères, les notes explicatives dont il auroit besoin, je me borne à dire ici que leur disposition est tout-à-fait par groupes ou familles naturelles, en considérant l'ensemble de l'organisation, surtout le système nerveux encéphalique, et les os qui l'enveloppent principalement à sa base, et en regardant comme des anomalies les modifications que quelques animaux de certains groupes ont éprouvées dans les organes de la locomotion et des sensations. Je crois cependant devoir donner l'indication d'un nouveau genre d'animaux didelphes, que j'ai provisoirement nommé *Phascolarctos*, en attendant que M. Geoffroy, auquel j'ai remis ma description et les figures qui l'accompagnent, ait bien voulu revoir mon travail, et le rendre digne, par sa coopération, d'entrer dans son grand ouvrage sur les animaux Marsupiaux. Intermédiaire aux genres Phalanger, Kanguroo et Phascolome, ses caractères principaux sont : 6 incisives supérieures, les deux intermédiaires beaucoup plus longues; deux inférieures, comme dans les Kanguroos; quatre intermédiaires petites, en haut, deux en bas; quatre molaires à quatre tubercules de chaque côté des deux mâchoires; cinq

doigts en avant séparés en deux paquets opposables, l'intérieur de deux; cinq en arrière, le pouce très-gros, opposable, sans ongle; les deux suivans plus petits et réunis jusqu'à l'ongle; la queue extrêmement courte. De la grosseur d'un chien médiocre, cet animal a le poil long, touffu, grossier, brun-chocolat; il a le port et la démarche d'un petit ours; il grimpe aux arbres avec beaucoup de facilité : on le nomme *Colak* ou *Koala* dans le voisinage de la rivière Vapaum, dans la Nouvelle-Hollande.

CL. I. LES MAMMIFÈRES, *Pilifères*, ou *Mastozoaires*.
Mastozoologie, ou *Mastologie*.
Mastologistes.

MAMMIFÈRES.
Sous-classe 1. *Monodelphes*.
Ier degré d'organisation, ou Ordre. *Quadrumanes?*
Normaux.
Singes du continent ancien,
Pitheci, les Singes.
—— du continent nouveau,
Pithecicæ, les Sapajous.
Makis. Pithécoïdes,
Les *Makis*.
Les *Loris*.
L'*Aye-Aye*.
Anomaux.
Pour le vol,
Galéopithèques.
Pour grimper,
Tardigrades.
IIe degré d'organisation, ou Ordre. Les *Carnassiers?*
Normaux.
Plantigrades, Omnivores.
Digitigrades, Carnivores.
Insectivores.
Anomaux.
Pour voler,
Les *Cheiroptères*.
Pour fouir,
Les *Taupes*.
Pour nager,
Les *Phoques*.

IIIe degré d'organisation, ou Ordre. Les *Édentés?*

Normaux.

Edentés.

Anomaux.

Pour nager,

Cétacés?

IVe degré d'organisation, ou Ordre. Les *Rongeurs?* ou

Célérigrades

Grimpeurs.

Fouisseurs.

Coureurs.

Marcheurs.

Ve degré d'organisation, ou Ordre. Les *Gravigrades.*

Eléphans.

VIe degré d'organisation, ou Ordre. Les *Ongulogrades.*

Normaux.

Doigts impairs,

Pachidermes.

Solipèdes.

— pairs,

Brutes, ou non Ruminans.

Ruminans.

Anomaux.

Pour nager,

Les *Lamantins.*

Sous-Classe II. *Didelphes.*

Normaux.

Carnassiers.

Rongeurs.

Anomaux.

Pour fouir,

L'*Échidné.*

Pour nager,

L'*Ornithorinque.*

Il se pourroit que les Cétacés dussent former un degré d'organisation séparé.

On devra peut-être faire des Echidnés, etc., une sous-classe distincte.

CL. II. LES OISEAUX, *Pennifères*, *Ornithozoaires*.
Ornithologie.
Ornithologistes.

OISEAUX à membres abdominaux.
Médiocres.
Pieds non marcheurs, ou Anomaux,
Les doigts,
Préhenseurs, c'est-à-dire 2 en avant, 2 en arrière pouvant être opposés et former la pince.
Ord. I. *Prehensores* (1), ou Perroquets.
Ravisseurs, c'est-à-dire forts, au nombre de 4, 3 en avant, 1 en arrière, armés d'ongles longs, courbes, flexibles, pointus, formant la serre.
Ord. II. *Raptatores*, ou Oiseaux de proie.
S.-Ord. I. *Diurnes* (2).
S.-Ord. II. *Nocturnes*.
Grimpeurs, ou disposés en général pour grimper, mais d'une manière variée.
Ord. III. *Scansores*, ou Grimpeurs (3).
Doigt externe versatile.
S.-Ord. I. *Hétérodactiles*.
— postérieur.
S.-Ord. II. *Zygodactyles*.
— réuni.
S.-Ord. III. *Sindactyles*.
—— marcheurs, ou Normaux, 3 en avant, 1 en arrière,
Le doigt externe libre.
Ord. IV. *Saltatores* (4), ou Passereaux.
S.-Ord. I. *Anomaux*.
S.-Ord. II. *Normaux*.
——— demi-palmé,
Les ailes très-longues.
Ord. V. *Giratores*, ou les Pigeons.
———— courtes.
Ord. VI. *Gradatores*, ou Gallinacées,
A queue courte.
S.-Ord. I. *Brevicaudes*.
——— longue.
S.-Ord. II. *Longicaudes*.

(1) *Voyez* les notes à la fin de ce Mémoire.

Pieds

Pieds fort longs; une partie de la jambe nue.
Les ailes presque inutiles.
Ord. VII. *Cursores*, ou les Autruches.
— très-longues.
Ord. VIII. *Grallatores* (5), ou Echassiers.
S.-Ord. I. *Gallinogralles*.
S.-Ord. II. *Coureurs*.
S.-Ord. III. *Voleurs*.
S.-Ord. IV. *Plongeurs*.
—— très-courts, les doigts réunis par une membrane.
Ord. IX. *Natatores*, ou Palmipèdes.
S.-Ord. I. *Coureurs*.
S.-Ord. II. *A Narines tubuleuses*.
S.-Ord. III. *A Narines cachées*.
S.-Ord. IV. *Plongeurs*.

La base de cette classification est réellement la forme du sternum et de ses annexes, c'est-à-dire de la clavicule (os furculaire) et de l'iskion antérieur (clavicule), comme je l'ai fait voir dans un Mémoire lu à l'Institut le 6 décembre 1812. Mais comme cet appareil est tout-à-fait intérieur, et ne peut être traduit à l'extérieur par quelque organe qui en dépende, j'ai été obligé d'avoir recours à la proportion des membres et à la disposition des doigts, comme la plupart des ornithologistes.

CL. III et IV. REPTILES. *Hétéro ou Erpétozoaires. Squammifères et Nudipellifères.*
Erpétozoologie. Erpétologie.
Erpétologistes.

REPTILES.
S.-Cl. I. Ornithoïdes (6), Écailleux, ou IIIe Cl., *Squammifères*.
Ord. I. *Chéloniens*, ou Tortues (7).
—— II. *Emydo-Sauriens*, ou Crocodiles (8).
—— III. *Bispeniens* (9).
S.-Ord. I. *Sauriens* (10).
Geckoïdes.
Agamoïdes.
Iguanoïdes.
Tupinambis.
Lacertoïdes.
Tétrapodes.
Dipodes.
Apodes.

S.-Ord. II. *Ophydiens.*
Dipodes.
Bimanes.
Apodes, ou Serpens.
Innocens,
Terrestres,
Amphisbœnes.
Grimpeurs.
Couleuvres.
Aquatiques,
Pélamides.
Vénéneux,
Aquatiques,
Hydrophides.
Terrestres,
Vipères.
Léthifères.
Sous-Cl. II. Icthyoïdes, Nus, ou 4e Classe, *Nudipellifères.*
Ord. I. *Batraciens*, ou Grenouilles.
S.-Ord. I. *Dorsipares.*
——— II. *Aquipares.*
Ord. II. *Pseudo-Sauriens*, ou Salamandres.
—— III. *Amphibiens*, ou les Protées et les Sirènes (11).
—— IV. *Pseudophidiens*, ou Cœcilies (12).

Le travail dont ce Tableau est l'extrait, est commencé et à peu près fini depuis long-temps; il a été exposé en entier dans mon Cours de 1812, à la Faculté des Sciences. Ses bases sont anatomiques et surtout tirées de la considération du crâne.

CL. V. POISSONS. *Icthyozoaires ou Branchifères.*
Icthyologie.
Icthyologistes.

POISSONS.
Sous-Classe I. *Dermodontes* (13), ou Cartilagineux.
Ord. I. *Cyclostomes.*
O. II. *Sélaques* (14).
O. III. *Esturgeons.*
O. IV. *Polyodontes.*
Sous-Classe II. *Gnathodontes*, ou Osseux.
Tribu I. *Crustodermes* (15), ou Branchiostèges.
Tribu II. *Squammodermes*, ou Poissons proprement dits.

Or. I (16). *Tétrapodes.*
Sous-O. I. *Abdominaux* (17).
Sous-O. II. *Sub-Thoraciques* (18).
—— III. *Thoraciques.*
—— IV. *Jugulaires.*
Or. II. *Dipodes.*
— III. *Apodes.*

Je me suis spécialement et depuis fort long-temps, occupé de cette classe d'animaux vertébrés; j'ai commencé, comme pour toutes les autres, par chercher l'explication de plusieurs anomalies qu'elle présente; ainsi je crois avoir fait voir dans un Mémoire lu à la Société Philomatique, que l'opercule n'est autre chose qu'un démembrement et un nouvel emploi d'une partie de la mâchoire inférieure.

CL. VI et VII. MOLLUSQUES, ou *Malacozoaires.*
Malacologie.
Malacologistes.

MOLLUSQUES.
Classe I. *Céphalophores;* Organes de la respirat. et Coquille
Symétriques.
Ord. I. *Cryptodibranches.*
—— II. *Ptérodibranches* (19).
—— III. *Polybranches* (20).
—— IV. *Cyclobranches.*
—— V. *Inférobranches.*
—— VI. *Nucléobranches.*
—— VII. *Cervicobranches.*
Non Symétriques.
—— VIII. *Chismobranches.*
—— IX. *Pulmobranches* (21).
—— X. *Syphonobranches.*
—— XI. *Monopleurobranches.*
Classe II. *Acéphalophores.*
Ord. I. *Palliobranches.*
—— II. *Lamellibranches.*
—— III. *Hétérobranches* (22).
Fixés, ou les Ascidiens.
Simples.
Agrégés.
Libres, ou les Biphores.
Simples.
Agrégés.

CL. VIII et IX. *Malakentomozoaires*, ou Molluscarticulés, ou Sub-Entomozoaires.

Classe I. *Polyplaxiphores*, ou les *Oscabrions*.
Classe II. *Cirripodes*, ou les *Anatifes*.

Observation. Les bases de cette nouvelle distribution des animaux mollusques ont été établies dans un Mémoire lu à la Société Philomatique, il y a près de deux ans, et il en a été publié un extrait dans le *Bulletin des Sciences* pour le mois de décembre 1814.

CL. X—XVII. INSECTES ET VERS. *Animaux articulés*,
Entomozoaires.
Entomozoologie, ou Entomologie.
Entomologistes.

ENTOMOZOAIRES à anneaux du corps.
Munis d'appendices articulés, ou de pieds en nombre plus petit que les anneaux.
Classe I. 6 pieds (23). *Hexapodes*, ou Insectes.
Sous-Cl. I. *Tétraptères*.
Ord. *Lépidoptères*.
—— *Coléoptères*.
—— *Orthoptères*.
—— *Hémiptères*.
—— *Névroptères*.
—— *Hyménoptères*.
Sous-Cl. II. *Diptères*.
——III. *Aptères*.
Cl. II. 8 pieds. *Octopodes*, ou Arachnides.
— III. 10 pieds. *Décapodes*, ou Crustacés.
Sous-Cl. I. *Acères* (24).
—— II. *Tétracères*.
Thoraciques.
Brachyures.
Macroures.
Athoraciques.
Cl. IV. Pieds variables. *Hétéropodes* (25).
Sous-Cl. I.
Branchiopodes.
—— II.
Squillaires.

Cl. V. 14 pieds. *Tétradécapodes.*
Sous-Cl. I. Les *Tétracères.*
Crevettines.
Aselles.
Cloportes.
——— II. Les *Epizoaires*(26).

Munis d'appendices articulés, ou de pieds en nombre égal aux anneaux du corps.
Cl. VI. *Myriapodes.*

Munis d'appendices non articulés.
Cl. VII. *Sétipodes*, ou Annelides.

Sans appendices latéraux.
Cl. VIII. *Apodes* (27).
Sous-Cl. I. Les *Sangsues.*
Sous-Cl. II. Les *Entozoaires* (28).

Dans cette nouvelle distribution des animaux articulés, qui fait le sujet d'un Mémoire communiqué à M. Latreille, le 19 juin 1815, et lu à la Société Philomatique le 24 du même mois, on voit que le principe a été de ne tirer les caractères que des organes de la locomotion, ou mieux, de la combinaison des différentes espèces d'appendices dont peut être accompagné chaque anneau du corps.

CL. XVIII—XXIII. RADIAIRES ET INFUSOIRES, ou *Actinozoaires et Hétérozoaires.*

Sous-Règne II (29). *Actinomorphes.*
Actinologie.
Actinologistes.
Douteux (30).
Sangsues.
Entozoaires.
Annelidaires.
Vrais.
Classe I. *Echinodermaires.*
Ord. I. *Cylindroïdes*
Cycloïdes.
Stellérides.
Cl. II. *Arachnodermaires*, ou les Méduses.
— III. *Actiniaires.*

Classe IV. *Polypiaires.*
Simples.
Agrégés.
Millépores.
Madrépores.
Rétépores, ou Eschares.
Cellépores, ou Cellaires.
Cl. V. *Zoophytaires*, ou *Polypes* vraiment composés (31).
Tubulaires.
Pennatulaires.
Corallaires.

CL. XXIV et XXV.

Sous-Règne III (32). *Hétéromorphes*, ou Agastrozoaires.
Hétérozoologie.
Hétérozoologistes.
Cl. I. *Spongiaires.*
— II. *Agastraires*, ou Infusoires (33).
Corallinaires (34).

NOTES.

(1) La forme du sternum, etc., confirme la séparation de cet ordre, ce que demandoient tout le reste de l'organisation et les habitudes de ces animaux.

(2) Cette séparation des oiseaux de proie, en deux sections, est en rapport avec des différences notables dans la forme du sternum. Cette considération confirme la place du Secrétaire.

(3) Cet ordre, quoiqu'un peu plus naturel qu'on ne l'avoit établi, parce qu'il renferme presque tous les oiseaux à doigts anomaux, a pour caractère commun deux échancrures, plus ou moins profondes, au bord postérieur du sternum, etc. (le Coucou excepté), mais sans qu'il y ait d'autres rapprochemens à faire; ainsi je n'ai pas observé qu'une disposition particulière des doigts se trouvât en rapport avec une du sternum. En outre, le *Rollier*, qui a les doigts parfaitement normaux, a cependant deux échancrures, ce qui le rapproche des *Trogons* avec lesquels les *Rolles* ont évidemment beaucoup de rapports. Le nom de Grimpeurs est évidemment mauvais.

(4) En se laissant entièrement guider par la considération du

sternum, on seroit obligé de mettre ici le Coucou, qui n'a qu'une échancrure, et d'en retirer les *Rolliers*, qui en ont deux. Dans la première section, sont placés les Engoulevents, Martinets, Corbeaux, Caloo, Huppe, etc., et dans la deuxième, tous les véritables Passereaux de Linné. La plus grande anomalie est que l'Hirondelle a le sternum de la deuxième section, et que le Martinet en diffère beaucoup.

(5) L'établissement des quatre sections de cet ordre, ainsi que du suivant, est fait d'après une forme particulière du sternum, etc.

(6) Les noms d'*Ornithoïdes* et d'*Icthyoïdes* employés dans le cas où les reptiles seroient considérés comme une seule classe, indiquent que les premiers sont formés d'après le plan des oiseaux, et les seconds d'après celui des poissons.

(7) Dans cet ordre je fais un genre distinct de la Tortue à cuir, sous le nom de *Dermochelys*. Ses principaux caractères sont tirés, 1° de la nature de la peau, 2° du squelette, dont les côtes ne sont pas soudées entre elles ni réunies au sternum ou plastron presque entièrement membraneux, par des pièces marginales.

(8) J'ai cru devoir établir cet ordre qui, d'après l'ensemble de son organisation, est intermédiaire aux *Cheloniens* et spécialement aux *Trionyx*, qui pourroient bien avoir de véritables dents, et aux *Sauriens*.

(9) D'après l'anatomie détaillée de la plupart des genres de cet ordre, je suis convaincu qu'il est impossible de séparer nettement les *Sauriens* des *Ophydiens*, puisqu'en effet il y a de véritables serpens qui ont des pattes, comme le *Bimane*, et de vrais lézards qui n'en ont pas, comme les *Orvets*; aussi je n'en fais plus qu'un seul ordre, que je désigne par un nom qui indique la singulière disposition de l'organe excitateur mâle, dont les deux parties paires ne sont pas réunies.

(10) Dans ce sous-ordre j'ai distingué quelques nouveaux genres, et entre autres celui du *Monitor* intermédiaire aux Tupinambis et aux Dragones, et dont voici les caractères principaux :

Monitor (Sauve-garde). Tête assez étroite, tétraèdre, couverte de plaques; narines rondes et terminales; tympan large et superficiel; langue extensible, profondément bifurquée; dents inégales, nombreuses, appliquées, les postérieures quelquefois très-grosses, mousses; des incisives distinctes; point de pala-

tines ; corps allongé, étroit, couvert en dessus de petites écailles presque verticillées, et de petites plaques en dessous ; des pores fémoraux ; la queue fort longue, conique, couverte de plaques parallélogramiques, verticillées. Espèces : 1° Meriani, 2° Brasiliensis, 3° Maculatus, 4° Variegatus, 5° Peronii.

(11) Cet ordre devra sans doute être supprimé et réuni au précédent ; car il est probable que les animaux qu'il renferme ne conservent pas toujours leurs branchies.

(12) J'ai depuis long-temps établi dans un Mémoire particulier la nécessité de considérer la *Cœcilie* comme appartenant à cette classe ; en effet, outre la nudité de la peau, l'articulation de la tête par un double condyle, celle des vertèbres presque comme dans les poissons, l'absence de véritables côtes, ce qui fait présumer un mode de respiration analogue à celui qui a lieu dans tous les *Nudipellifères ;* la forme et la position terminale de l'anus, qui indique qu'il ne peut y avoir un organe excitateur mâle comme dans les véritables serpens, etc., le cœur n'est composé que d'un seul ventricule et d'une seule oreillette, et il y a une vessie profondément bifide comme dans les *Batraciens.*

(13) Le caractère que j'emploie pour séparer les poissons en deux grandes sous-classes, et qui consiste dans le mode d'implantation des dents, n'a été, si je ne me trompe, indiqué par aucun zoologiste.

(14) Cet ordre fort distinct avoit déjà été indiqué sous ce nom par Aristote et par tous les anciens naturalistes. M. Prevost et moi en avons fait depuis long-temps le sujet d'une monographie avec figures, pour laquelle nous avons visité les principales collections d'Europe. Nous croyons devoir en présenter ici l'analyse.

Selaca (*Arist.*)	Car. *Pisc. cum dentibus cutaneis, et P. V. anum ambientibus,*
Sous-O. I.	Car. *Aperturis branchialibus pluribus.*
I. Gen. aut Fam. RAIA.	Car. *Apert. branch. inf.; Corpore cum P. P. depresso, lato ; Capite plùs minùsve inter prolongationem ant. P. P. incluso; Oculis sœpiùs superis ; Caudâ plùs minùsve distinctâ; P. A. semper nullâ.*
1°. *Dasybatus.* aut R. Communes.	Car. Corpore depresso expansione P. P. latissimo, rhombeo; Capite plùs minùsve rostrato inter prolongationem ant. P. P. incluso aut non libero;

libero; Oculis sup.; Dent. parvis, labialibus; P. V. bilobatis, lobo ant. breviore crassiore, 1° radio polliciformi; P. Sup. vulgò Dors. 2—3 ad partem post. caudæ distinctæ, subdepressæ, marginatæ, extremitate impennis.

Spec. Dent. { mucronatis. Communis. Albus? Granulosus? Marocanus? Oxyrhinchus, Rostratus; Rostellatus? Marginatus; Rubus: Asperus. Maculatus.
obtusis. Fullonicus; Asterias; Punctatus; Rhomboïdalis? Radulus; Eglanterius? Asperrimus; Clavatus; Miraletus. }

2°. *Trygonobatus* aut R. Pastinacæ. Car. Corp. cum P. P. ut in præced. sed sæpiùs orbiculari; Capite subrostrato non libero; Dentibus labialibus minutis; P. P. postice obtusis, P. V. parvas, rotundas, integras parùm tegentibus; P. S. nulla raró unica in caudâ verè distinctâ, gracili, aculeo serrato armatâ, aliquando subtùs alatâ, extremitate impenni.

Spec. Caud. { non alata. Vulgaris; Oxydontus; Altavelus; Microurus aut Transversus; Campaniformis; Russellianus, Sindrachus; Orbicularis.
alata. Sephen; Longicaudatus; Tuberculatus, Dorsatus, Imbricatus; Lymnus; Asperus; Commersonii; Maculatus: Plumieri.
pinata: Pinnatus. }

3°. *Aëtobatus* aut R. Aquilæ. Car. Corp. cum P. P. aquilæ formi; Capite crasso non rostrato, appendice simplici anticè instructo; Oculis lateralibus; Dentibus latis, lævibus, polygonis, coalitis, palatinis; P. P. acutis, margine antico convexo, postico concavo; P. V. ut in præcedente; P. S. unica ad radicem caud. sæpè longissimæ, flagelliformis, aculeo serrato armatæ, extremitate impennis.

Spec. Vulgaris; Obtusus: Flagellum; Lobatus;

Sinensis; Nichofii; Filicaudatus; Hamatus; Ocellatus, Narinari, Forsteri.

4°. *Dicerobatus* aut R. Cornutæ.

Car. Corp. cum P. P. ut in præcedente: Capite lato, depresso, non rostrato, appendicibus 2 cornuformibus anticè instructo; Oculis lateralibus; Dentibus lævibus, polygonis, minutissimis, labialibus; cæter. ut in præcedente.

Spec. Mobular, Fabronianus, Giornanus, Massena? Banksianus, Fimbriatus; Brevicaudatus.

5°. *Leiobatus* aut R. Lacœves.

Car. Corp. cum P. P. orbiculari : Capite non libero, subrostrato; P. V. sat. magnis, integris, a P. P. mediocribus separatis; P. S. nullâ; Caudâ subcrassâ, brevi, aculeo serrato armatâ, P. C. ambiente terminatâ.

Spec. Cruciatus; Sloani; Britannicus.

6°. *Narcobatus* aut R. Torpedines.

Car. Corp. cum P. P. orbiculari, anticè subemarginato, ad latera sæpiùs crasso; Capite non libero, non rostrato; P. S. 2 aut 1 in caud. crassâ, brevi, P. C. obliquâ, ambiente, terminatâ.

Spec. Unicolor; Maculatus; Unimaculatus; Variegatus; Galvani; Guttatus; Bicolor; Timlei; Sinensis; Gronovianus; Dipterygius.

7°. *Rhinobatus* aut R. Squali.

Car. Corp. cum caudâ oblongo, anticè depresso, posticè conico, Capite in rostrum liberum, plus minùsve acutum, prolongato; Dentibus minutis, obtusis; P. P. sub-latis à P. V. integris sub-magnis separatis; P. S. 2. in caudâ à corpore vix distinctâ, P. C. obliquâ ambiente terminatâ.

Spec. P. C. { integra. Columnæ aut Vulgaris; Electricus; Granulatus; Russellianus; Coromandelicus; Fasciatus?
bifurcata. Djiddensis; Lævis; Lævissimus; Anchylostomus. }

8°. *Pristobatus* aut R. Serratæ.

Car. Corpore cum caudâ ut in secundâ Div. præced.; Capitis rostro verè prolongato et utrinque dentato.

Spec. Antiquorum; Dubius; Cuspidatus, Emar-

ginatus; Microdon; Pectinatus: Semisagittatus; Granulosus, Cirrhatus.

II. Genus aut Fam. SQUATINA. Car. *Ap. branch. sub lateralibus; Corpore depresso; Capite lato, libero; Ore terminali; Dent. acutis; P. P. mediocribus ad radicem ant. emarginatis; P. V. latis verè distantibus; P. S. 2 in caudâ non distinctâ, P. C. ambiente obliq. terminâta.*

Spec. Angelus.

III. Genus aut Fam. SQUALUS. Car. *Apert. branch. lateralibus; Corpore cum caudâ non distinctâ, conico, P. A. sæpiùs instructo. Capite libero; Oculis lateralibus.*

1°. *Scyliorhinus.* Car. Dent. acutis trifurcatis; Inspiraculis; P. S. 2 in caudâ vere longâ, infernè marginatâ, extremitate pinnatâ; Colore vario.

Spec. Caud. { longâ, et cæt. Caniculus; Delarochianus; Isabellus; Maculatus; Myops; Breviculus; Cirrhatus, Punctatus, Punctulatus; Africanus; Fasciatus; Waddii?
longissima, et cæt. Ocellatus; Russellianus, Unicolor, Variegatus; Tuberculatus, Dentatus, Lambarda; Indicus; Tigrinus; Barbatus. }

2°. *Echinorhinus.* Car. Dentibus pectinatis; Insp.; P. S. 2 in Caudâ; P. A. nullâ: C. falciformis?

Spec. Spinosus.

3°. *Monopterhinus.* Car. Dent. variis: Insp. nullis. P. S. unicâ in caudâ aut in dorso; P. A.; Caudâ bifurcatâ, lobo sup. multùm longiore.

Spec. Colombinus; Griseus; Cinereus; Ciliaris?

4°. *Galeorhinus.* Car. Dent. var.; Insp. parvis; P. S. 2, 1ª in dorso, 2ᵈᵃ parva; Cauda lata, bifurcata, lobo sup. brevi: Cute sublævi.

Spec. Mustelus; Galeus; Hinnulus; Rondeletii; Ferox? Platyrhinchus.

5°. *Acanthorhinus.* Car. Dent. var.; Insp. magnis; P. S. 2, 1ª in dorso, 2ᵈᵃ magna; P. A. nulla; C. lata, bifurcata, lobo sup. brevi. Cute asperrima.

Spec. Acanthias; Ferdinandinus; Assierii; Spinax: Norwegianus; Americanus aut Ni-

censis; Microcephalus; Centrina; Squammosus; Granulosus; Cepedianus; Blochianus.

6°. *Heterodontus.* Car. Dent. heteroclitis; Insp. nullis; P. S. 2 ut in præcedenti; P. A. magna; P. C. ferè ut in præced.

Spec. Philippi.

7°. *Carcharhinus.* Car. Dentibus magnis, triangularibus, sæpiùs serratis; Insp. nullis; P. S. 2, 1ª dorsali; P. A. parva: fossulâ semilunari ad radicem sup. et inf.; P. C. bilobatæ, lobo sup. multùm longiore et pinnâ speciali terminato.

Spec. Commersonii; Lamia; Lividus; Ustus; Heterodon; Verus; Broussonetii; Glaucus; Cæruleus; Megalops; Heterobranchialis; Cornubicus; Monensis? Vulpes.

8°. *Cestrorhinus.* Car. Dentibus et cæt. ut in præced.; Capite lato, transverso, cum corpore malleiformi.

Spec. Zygæna; Tiburo; Caroliniensis? Pictus.

9°. *Cetorhinus.* Car. Corpore immenso; Dentibus minutis, conicis, non serratis; cæt. ut in Carch.

Spec. Gunneri; Peregrinus; Shavianus; Homianus?

(15) La division de la sous-classe des P. Gnathodontes est établie sur un caractère tout-à-fait extérieur, et par conséquent fort bon; mais il faut convenir que la peau de tous les Crustodermes, quoique anomale, n'est pas toujours absolument croûteuse, et que les écailles dans la seconde tribu sont quelquefois très-petites.

(16) La subdivision que j'établis ici d'après l'existence et le nombre des membres, nouvelle jusqu'à un certain point, est facile et importante pour la valeur des termes. Je dois cependant avertir qu'il y a des poissons qui sont *apodes* ou *dipodes* par une espèce d'avortement, et que ce n'est pas d'eux qu'il est question ici.

(17) J'ai cru devoir commencer l'ordre des tétrapodes par ceux qui sont abdominaux, c'est-à-dire qui ont les nageoires pelviennes sous le ventre et suspendues dans les chairs, parce qu'il est évident que ce sont ceux qui sont les plus normaux.

(18) Ce sous-ordre, fort peu nombreux, contient des espèces

de poissons qui semblent abdominaux dans la rigueur du terme, ou dans la définition de Linné; mais qui ne le sont réellement pas anatomiquement.

(19) Guidé par l'opinion reçue, j'avois admis comme certain dans mon Mémoire sur cet ordre (*Bulletin des Sciences*, mois de févrie 1816), que les organes de la respiration sont placés sur les nageoires de ces animaux, et j'en avois tiré la dénomination qui les distingue. Depuis je me suis assuré, par l'anatomie détaillée du Clio et de l'Hyale, qu'il n'en est pas ainsi, et que ces nageoires ne sont pas des organes de respiration; ensorte qu'il faudra changer ce nom, et probablement la place que j'assigne ici à cet ordre.

(20) *Voyez*, pour les animaux que je range dans cet ordre et le suivant, l'extrait de deux Mémoires inséré dans les Nos de mars, avril, juin, juillet 1816, du Bulletin.

(21) Cet ordre, établi sur la structure et l'usage de l'organe de la respiration, pourroit bien ne pas être naturel.

(22) L'établissement de cet ordre, la séparation des familles et des genres qui le composent, ont été le sujet d'une Leçon spéciale à la Faculté des Sciences, en 1815, immédiatement après le Mémoire de MM. Lesueur et Desmarest sur l'organisation des *Pyrosomes* et des *Botrylles*, et par conséquent après leur découverte des Mollusques agrégés.

(23) Dès l'année 1814, dans mon Cours à la Faculté des Sciences, j'ai annoncé comme résultat de recherches commencées, que dans cette classe, la bouche étoit réellement formée des mêmes parties, mais dans des degrés de développement différens, suivant l'usage qu'elles devoient avoir.

(24) Sous ce nom j'ai cru devoir placer ici le Crabe des Mollusques, que je regarde comme intermédiaire aux Décapodes et aux Octopodes.

(25) Cette classe est sans doute mauvaise, puisqu'elle n'a pu être caractérisée d'une manière nette; aussi ne la regardé-je que comme provisoire : peut-être devra-t-elle contenir une partie des animaux que Muller a nommés *Entomostracés;* je crois déjà que l'Apus doit être placé près des Branchiopodes.

(26) Cette sous-classe, dont j'ai fait le sujet d'un travail particulier, contiendra, outre les Lernées et plusieurs genres nouveaux que le docteur Leach et moi avons cru devoir établir, les Calyges,

Cyame, Chevrolle, etc., de manière à passer insensiblement aux Tétracères.

(27) Dans cette dernière classe, quoique le corps offre encore une disposition paire et articulée dans les pores latéraux symétriques qu'on trouve dans la Sangsue et dans plusieurs Vers intestinaux, il faut cependant convenir que l'absence de toute espèce d'appendice et la disposition des organes de la bouche, indiquent une sorte de passage vers les Actinomorphes : aussi forment-ils un type intermédiaire.

(28) Sous le nom d'*Entozoaires*, qui est évidemment mauvais, puisqu'il est tiré d'une circonstance non inhérente à l'objet, et qu'en outre on doit y placer des espèces externes, on confond très-probablement des animaux dont la structure est fort différente : comparez en effet un Ascaride lombricoïde avec une Ligule.

(29) L'organisation de cette subdivision du règne animal ne m'est pas encore suffisamment connue pour que je puisse donner rien de bien certain sur les bases de leur classification; je pense cependant que les Actinomorphes vrais pourront être assez bien conservés comme M. Lamark les a établis, en faisant deux classes distinctes des Méduses et des Polypes que je nomme composés.

(30) On voit reparoître ici les deux classes des *Sangsues* et des *Entozoaires*, parce que je les regarde comme formant le passage des *Entomozoaires*, dont ils sont cependant plus rapprochés, aux *Actinomorphes*, dont les *Annelidaires* sont au contraire plus voisins. Sous cette dernière dénomination je comprends les Sipunculus et genres voisins.

(31) Par animaux composés, j'entends des animaux particuliers vivant sur une partie commune également vivante, avec laquelle chacun est en communication organique.

(32) J'ai cru devoir établir ce dernier sous-règne pour des corps organisés évidemment animaux, mais qui n'ont point d'estomac proprement dit. J'y place les *Spongiaires*, parce que je suis bien persuadé que ces corps organisés n'ont aucun rapport avec les *Alcyons*, et que les ouvertures dont ils sont percés peuvent être considérées comme des espèces d'estomac commençant, etc. Il se pourroit que les animaux qui forment certaines espèces de *Madrépores*, comme le M. Lactuca, etc.,

appartinssent à ce groupe; en effet ils ne semblent pas devoir être rayonnés.

(33) Sous le nom d'*Infusoires*, il est indubitable que *Muller* a confondu des animaux de différens degrés d'organisation; aussi nous ne comprenons ici que ceux qui n'ayant pas une forme paire ou radiaire, ne jouissent d'autres fonctions que de l'absorption et de l'exhalation extérieures.

(34) J'ai placé les *Corallines* pour ainsi dire hors de rang, parce que quelque soin que j'aie mis à les observer vivantes, je n'ai pu y découvrir aucun signe d'animalité. Il paroît en effet que M. *Brown* les réclame pour le règne des corps organisés végétaux.

MÉMOIRE

Sur la possibilité de faire vivre des Mollusques fluviatiles dans les Eaux salées, et des Mollusques marins dans les Eaux douces, considérée sous le rapport de la Géologie;

PAR F. S. BEUDANT.

Lu à l'Académie des Sciences, *le* 13 *mai* 1816.

LORSQU'EN 1808 je trouvai dans les grès de Beauchamps, près de Pierrelaie (Seine-et-Oise), la réunion remarquable dans la même couche de coquilles marines et de coquilles fluviatiles, je pensai qu'il n'étoit pas impossible d'imaginer que ces deux sortes de mollusques eussent vécu ensemble dans le même liquide, soit dans l'eau douce, soit dans l'eau salée; mais comme cette supposition étoit entièrement hypothétique et ne pouvoit être appuyée sur aucune observation, je formai le projet d'une suite d'expériences propres à la vérifier.

Mes premiers essais m'ont bientôt suggéré l'idée d'en faire d'un autre genre, dans la vue d'expliquer quelques circonstances particulières que présentent différentes formations minérales.

Ces diverses expériences m'ont occupé pendant plusieurs années, d'abord à Paris, où je n'avois que des mollusques fluviatiles, puis à Marseille, où j'avois à-la-fois des mollusques fluviatiles et des mollusques marins. Ce sont les résultats principaux de mes recherches que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

PREMIÈRE PARTIE.

Expériences pour tenter le passage subit des Mollusques d'Eau douce dans des Eaux de nature différente.

Vers la fin du mois d'août 1808, je rassemblai chez moi beaucoup de mollusques fluviatiles des environs de Paris, afin de

de les avoir à ma disposition pour les différentes expériences que je projetois de faire; je les ai conservés dans des vases où je renouvelois l'eau tous les jours. J'employois pour les nourrir des sucs de plantes et d'animaux (1). J'ai été conduit à cette pratique, qui peut-être n'est pas la meilleure, par la remarque que j'avois faite précédemment, que les mollusques aquatiques n'attaquoient pas les plantes avec lesquelles ils se trouvoient; d'où il résultoit qu'ils devoient se nourrir des particules animales ou végétales suspendues dans l'eau. J'ai employé le même moyen dans tout le cours des expériences, tant pour les mollusques d'eau douce que pour les mollusques marins.

Première Expérience. Ayant placé plusieurs individus des diverses espèces dans un vase particulier, avec une quantité connue d'eau de Seine, je les y laissai pendant quelques instans pour qu'ils pussent se développer à leur gré; puis je versai doucement dans le vase une quantité d'eau égale à celle qui y étoit, tenant en dissolution 8 centièmes de muriate de soude. Le liquide renfermoit donc, après le mélange, 4 centièmes de son poids de sel et se trouvoit à peu près au degré de salure le plus élevé des eaux marines, si ce n'est que la proportion de sel consistoit presqu'entièrement en muriate de soude (2).

Les mollusques soumis à cette expérience se contractèrent subitement dans leurs coquilles, y rentrèrent en peu d'instans autant qu'il fut possible, et n'en sortirent plus. Plusieurs épreuves semblables m'ont toujours présenté le même résultat; quelquefois cependant, mais rarement, j'ai vu des *lymnées* qui, après s'être d'abord contractées, se développoient un peu et cherchoient à gagner la surface du liquide; mais elles étoient tellement affectées, qu'elles retomboient bientôt et se contractoient de nouveau.

Deuxième Expérience. Après avoir laissé ces animaux pendant quelques heures dans l'eau salée, je les ai replongés dans l'eau douce; mais tous ceux des genres *planorbe*, *lymnée*, *physe*, *ancyle* (*patella lacustris*) étoient morts. Les seuls qui résis-

---

(1) Après avoir pilé les plantes et les animaux, j'en exprimois le suc à travers une toile serrée.

(2) J'employois le sel gris qu'on vend à Paris; on sait qu'il n'est pas pur et qu'il renferme toujours une petite quantité des autres sels qui se trouvent dans nos mers.

tèrent furent ceux à qui la nature a donné les moyens de fermer leurs coquilles, et qui avoient pu se soustraire ainsi, au moins en grande partie, à l'action du liquide; c'est-à-dire, les mollusques à coquilles operculées et ceux à coquilles bivalves. Cependant en les laissant plusieurs jours de suite dans l'eau salée, ils moururent également.

Troisième Expérience. Dans les deux premières épreuves je n'avois en vue que de chercher à expliquer la réunion des coquilles marines et des coquilles fluviatiles dans la même roche. Mais ici je me proposois une recherche d'un autre genre, dans la vue d'expliquer cette absence presque absolue des coquilles fossiles dans les couches de gypse ; on sait même que les trois ou quatre coquilles trouvées à Montmartre, paroissent plutôt y avoir été transportées par des eaux affluentes, qu'avoir vécu dans le liquide même sous lequel se déposoit le gypse.

J'essayai donc l'action que l'eau chargée autant que possible de sulfate de chaux pouvoit avoir sur les mollusques (1). Je n'avois alors que des *lymnées;* je les retirai doucement de l'eau douce où elles étoient, et je les plongeai subitement dans l'eau séléniteuse. Elles n'en parurent pas d'abord très-affectées; elles se promenoient sur les parois du vase et venoient nager, suivant leur habitude, à la surface de l'eau; mais dans l'espace de huit jours, elles moururent toutes successivement; j'en trouvois tous les jours quelques-unes au fond du vase, le corps en grande partie sorti de la coquille et très-gonflé.

Quatrième Expérience. Dans celle-ci, je me proposois encore un autre but. On sait que dans les terrains de transition, il existe des couches de calcaire saccaroïde renfermant des pétrifications. La chaux carbonatée étant dans ces roches à l'état cristallin, on peut présumer que ce dépôt chimique n'a eu lieu que par l'intermède d'un liquide, dont la faculté dissolvante étoit due à un excès d'acide carbonique. On sait aussi qu'il y a beaucoup de calcaires secondaires, compactes et coquilliers, auxquels il est difficile de ne pas assigner une origine chimique, dans laquelle on pourroit encore conjecturer que l'acide car-

---

(1) On sait que l'eau dissout à peu près la 460e partie de son poids de sulfate de chaux. Pour saturer celle que j'employois, je la faisois filtrer à plusieurs reprises, à la température de 60 à 80°, à travers de la poussière très-fine de pierre à plâtre.

bonique en excès a eu quelqu'influence. Or on ne sait pas encore positivement si les coquilles renfermées dans ces couches ont vécu dans le liquide même où se formoit le précipité, ou si elles y ont été transportées accidentellement.

Je desirai donc connoître l'action que les eaux chargées d'acide carbonique pouvoient produire sur les mollusques. J'ai employé à cet effet l'eau de salzt qui, comme on sait, renferme beaucoup d'acide carbonique, avec une petite quantité de différens carbonates (des carbonates de chaux, de magnésie, de soude) et de muriate de soude. Les animaux que j'y ai plongés en ont été vivement affectés; ils ont été comme suffoqués subitement, et en peu d'instans ils étoient morts.

J'ai désiré connoître aussi l'action des eaux mêlées d'autres acides minéraux en très-petite quantité; les animaux que j'ai soumis à cette épreuve ont eu à peu près le même sort que les précédens; en outre, comme il étoit facile de le prévoir, leurs coquilles furent attaquées et ils se trouvèrent à nu en quelques points.

Cinquième Expérience. Sans avoir de but aussi direct que dans les expériences que je viens de rapporter, j'ai voulu connoître aussi l'action de l'eau chargée de sulfate de fer : je fis dissoudre à cet effet 0,02 de ce sel dans l'eau de Seine, et je la versai sur quelques individus des espèces de mollusques que j'avois récoltés : ils se contractèrent encore dans leurs coquilles et furent fortement affectés, même plus que par l'eau chargée de muriate de soude; tous, sans exception, les bivalves, les univalves operculés comme ceux qui ne l'étoient pas, moururent en peu d'heures.

Sixième Expérience. J'ai aussi employé l'eau saturée d'hydrogène sulfuré et étendue ensuite de son poids d'eau de Seine. J'ai remarqué que les mollusques y restoient seulement immobiles, sans se contracter très-fortement dans leurs coquilles, comme cela avoit eu lieu par l'action des acides et des sels : plusieurs même firent bientôt divers mouvemens. Cependant je n'ai pu en conserver un seul dans cette eau, et ils périrent tous en peu de jours.

Ces expériences ne peuvent être considérées que comme des essais préliminaires, dont on pouvoit en partie prévoir les résultats. Je concevois que si des mollusques d'eau douce pouvoient s'habituer à vivre dans des eaux de nature différente, ce ne

devoit être que par une transition lente et bien ménagée. D'après cela il falloit reprendre les expériences, et conduire chacune d'elles assez lentement pour pouvoir introduire successivement, et par très-petites parties, la proportion de sel qu'il étoit nécessaire d'atteindre. Chaque expérience demandoit alors plusieurs mois et exigeoit chaque jour plusieurs heures, soit pour changer les eaux, soit pour recueillir les observations qui se présentoient. Il falloit en outre commencer sur un grand nombre d'individus, pour qu'il en pût survivre quelques uns aux accidens de toute espèce que ces épreuves et une multitude de causes indépendantes pouvoient occasionner. La saison étant très-avancée, je fus obligé d'attendre au printemps suivant. Le temps m'a manqué pour faire ce que j'aurois desiré; mais j'ai commencé par les expériences qui me paroissoient les plus importantes.

DEUXIÈME PARTIE.

Expériences pour tenter le passage graduel des Mollusques d'eau douce dans des eaux de nature différente.

Au printemps 1809, j'ai commencé, dès le mois d'avril, à récolter des mollusques fluviatiles aux environs de Paris; je les conservai provisoirement dans quelques vases avec de l'eau de Seine. Lorsque j'en eus rassemblé un nombre suffisant, je séparai les espèces et je partageai le nombre d'individus de chacune d'elles en deux portions égales, que je mis, chacune, dans un vase particulier. Ayant ainsi deux séries des mêmes espèces, j'en conservai une comme point de comparaison, dans l'eau de Seine, et je destinai l'autre aux expériences que je me proposois de faire.

Septième Expérience. J'ai d'abord rempli les vases de cette seconde série, d'eau dans laquelle j'avois fait dissoudre un grain de sel par livre, c'est-à-dire environ 0,0011 (ce qui n'étoit pas sensible au nitrate d'argent). J'ai employé de cette eau pendant plusieurs jours, en la renouvelant souvent; j'ai ensuite augmenté la quantité de sel, d'abord d'un grain tous les deux jours, puis d'un grain tous les jours, et enfin de trois grains par jour. Par toutes ces additions successives, le liquide s'est trouvé, à la fin de septembre, renfermer 0,04 de son poids de sel, comprenant environ 0,005 de muriate de chaux, que j'avois fini par y ajouter peu à peu pour le rapprocher encore plus des eaux marines.

En procédant de cette manière, j'ai complètement habitué la plupart des mollusques de nos eaux douces à vivre dans l'eau salée, où ils ne présentoient plus aucune apparence de malaise ; plusieurs même s'y sont accouplés, mais, à la vérité, dans un temps où le liquide renfermoit beaucoup moins de sel qu'au mois de septembre.

Pour mettre une certaine exactitude dans l'expérience, j'ai noté soigneusement la quantité d'invidus de chaque espèce qui sont morts, d'une part dans l'eau douce, de l'autre, dans l'eau salée; c'est d'après la comparaison des résultats, que j'ai pu juger les différences que je vais rapporter.

Parmi les mollusques à coquilles univalves, toutes les espèces de *lymnée* et de *planorbe*, la *physe des fontaines*, l'*ancyle fluviatile*, la *paludine porte-plumet*, ont vécu parfaitement dans l'eau salée, et il n'en est pas mort sensiblement plus que dans l'eau douce. Sur 400 individus de ces diverses espèces placés dans l'eau douce au 1er mai, il en restoit 184 au 15 octobre, et sur le même nombre de 400 individus placés dans l'eau rendue de plus en plus salée, il en restoit 170 au 15 octobre. Ainsi dans l'eau douce j'ai perdu, dans l'espace de 5 mois et $\frac{1}{2}$, 54 pour 100 des mollusques que j'y conservois, et dans l'eau salée à 0,04, j'ai perdu 57,5 pour 100; la différence ne sauroit être prise en considération.

Au contraire, les autres espèces de *paludine* (*helix vivipara*, *helix tentaculata*, Linné), les *nérites* de la Seine, qui, dans les essais préliminaires dont j'ai rapporté les résultats, avoient le mieux résisté à l'épreuve, ont paru souffrir par le long séjour dans l'eau salée; il en est mort plus que dans l'eau douce; sur 130 individus conservés dans l'eau douce, il en restoit 78 au 15 octobre, et sur le même nombre soumis à l'épreuve de l'eau salée, il en restoit seulement 37; c'est-à-dire, que dans l'eau douce je n'ai perdu que 40 pour 100, et que dans l'eau salée j'ai perdu 71,54.

Les mollusques à coquilles bivalves, les *anodontes*, les *mulettes* et les *cyclades*, qui avoient résisté aussi aux premières épreuves, ont paru souffrir beaucoup dans le cours des expériences; ils étoient bien moins actifs, soit pour ouvrir leurs valves, soit pour se traîner au fond du vase, que dans l'eau douce (1).

---

(1) Les vases qui renfermoient les coquilles bivalves étoient très-larges,

Tous les individus que j'avois rassemblés dans l'eau salée sont morts avant que le liquide fût parvenu au degré de salure que je désirois atteindre. Au contraire, j'en ai conservés tout l'été dans l'eau douce, et j'en avois encore à la fin de l'automne.

Il est cependant important de remarquer que ces mêmes espèces ont bien vécu dans l'eau chargée de 0,02 de sel. Les Tableaux que j'ai dressés font voir qu'à ce moment il n'en étoit pas mort sensiblement plus que dans l'eau douce.

Huitième Expérience. J'ai reporté ensuite dans l'eau douce, subitement et sans aucune transition, une partie des mollusques que j'avois habitués à l'eau salée; ils parurent d'abord y souffrir et se contractèrent en partie dans leurs coquilles; mais ils s'y habituèrent bientôt, et j'en perdis très-peu. Je les reportai un mois après dans l'eau salée au degré ci-dessus; ils parurent de nouveau souffrir, mais ils s'y habituèrent très-promptement.

Neuvième Expérience. D'après les considérations que j'ai exposées dans la troisième expérience sur l'absence presqu'absolue des coquilles fossiles dans les couches de gypse, et d'après le peu d'éclaircissemens que présentoient les résultats que j'avois alors obtenus, j'étois extrêmement curieux de savoir si je pourrois habituer petit à petit les mollusques d'eau douce à vivre dans les eaux chargées de sulfate de chaux. J'ai donc repris l'expérience avec toutes les précautions possibles, en étendant d'abord l'eau séléniteuse d'une très-grande quantité d'eau de Seine, puis l'étendant un peu moins, et enfin, après quelque temps, en l'employant aussi saturée que possible. Les animaux ont assez bien vécu dans le commencement de l'expérience, puis il en est mort beaucoup à mesure que l'eau devenoit plus chargée de cette espèce de sel; et enfin le peu qui avoient résisté sont morts lorsque l'eau fut entièrement saturée. J'ai répété cette expérience à trois époques différentes, et j'ai obtenu constamment le même résultat.

Il paroîtroit aussi assez important de savoir si les mollusques peuvent ou non s'habituer à vivre petit à petit dans l'eau chargée d'acide carbonique et de carbonate de chaux, comme j'avois essayé de le faire subitement dans la quatrième expérience; mais je n'ai pu encore faire convenablement l'expérience, je me pro-

---

leur fond étoit couvert de 3 à 4 pouces de sable fin, que j'ai renouvelé plusieurs fois.

pose de la suivre aussitôt que je le pourrai, sur les mollusques que je me procurerai aux environs de Paris.

Telles sont les expériences que j'ai faites sur les mollusques fluviatiles; je désirois beaucoup en faire d'analogues sur les mollusques marins; mais ce ne fut qu'en 1812, époque à laquelle je fus appelé aux fonctions de Professeur de Physique à Marseille, que j'ai pu m'occuper de ce nouveau genre de recherches : dès mon arrivée j'ai fait quelques essais; mais la saison étoit trop avancée.

TROISIÈME PARTIE.

Expériences pour tenter d'habituer les Mollusques marins à vivre dans les eaux douces.

Dès le mois de mars 1813, j'ai commencé à rassembler beaucoup d'individus de divers genres de mollusques marins, comme des *patelles*, des *fissurelles*, des *crépidoles*, des *galiotides*, des *sabots*, des *cerites*, des *buccins*, des *rochers*, des *tellines*, des *vénus*, des *huîtres*, des *peignes*, des *moules*, etc., etc.; je me suis aussi procuré plusieurs espèces de *balanes*. Je les ai d'abord conservés tous ensemble dans des baquets remplis d'eau de mer (1) avec des plantes marines; j'y mêlois également des sucs de plantes et d'animaux. Je me suis ainsi préparé à faire sur les mollusques marins quelques expériences que je vais rapporter.

Première Expérience. J'ai d'abord plongé subitement quelques individus de ces divers genres dans l'eau douce; ils se sont contractés dans leurs coquilles, et la plupart sont morts en cet état, comme il étoit arrivé aux mollusques fluviatiles plongés dans

---

(1) L'eau de mer que j'employois étoit prise en mer par un pêcheur qui me l'apportoit tous les jours en rentrant au port; je la préférois parce qu'elle étoit moins sujette à se corrompre, et qu'en outre elle n'étoit point mêlée d'eau douce.

On sait combien il est difficile de conserver des animaux marins dans l'eau de mer, parce qu'elle se corrompt très-facilement : aussi avois-je soin de la renouveler deux fois par jour dans les chaleurs; je me suis aussi très-bien trouvé d'employer l'eau de mer filtrée à travers une étamine serrée. L'eau même qui commençoit à se corrompre, pouvoit servir après avoir été débarrassée, par ce moyen, des particules animales putréfiées. J'ai employé quelquefois aussi l'eau salée artificiellement. Toutes ces petites précautions nécessaires m'ont pris beaucoup de temps.

l'eau salée. Quelques-uns seulement, et plus particulièrement les espèces qui vivent sur les rochers placés hors de l'eau, ont fini par se développer un peu et faire quelques mouvemens; tels sont la *pourpre teinturière*, quelques *sabots*, les *moules communes;* mais ils sont morts bientôt après, et leur corps étoit très-gonflé.

Deuxième Expérience. Après ce premier essai, j'ai séparé les espèces. J'en possédois 38 qui comprenoient un très-grand nombre d'individus. Je fis deux parts dans chacune de ces espèces, et je formai deux séries comme dans l'expérience sur les mollusques d'eau douce. L'une fut conservée constamment dans l'eau de mer; quant à l'autre, j'ai d'abord rempli les vases d'eau de mer très-peu étendue d'eau douce, dont j'ai augmenté la proportion peu à peu; cinq mois après je n'employois plus que de l'eau douce.

Au moyen de cette précaution, j'ai eu la satisfaction de voir beaucoup de mollusques qui vivent ordinairement dans nos mers, habiter dans l'eau douce avec des *lymnées* et des *planorbes;* je les ai tous transportés ensuite dans un bassin du jardin de la maison que j'habitois, et beaucoup y vivoient encore cinq mois après (en avril 1814), à l'instant où j'ai quitté Marseille.

Sur les 38 espèces que j'ai soumises à cette expérience, 20 y ont parfaitement résisté : ce sont les *patelles de l'espèce vulgaire*, les *sabots,* qui tous étoient d'espèces littorales, la *pourpre teinturière*, les *cérites*, les *colombelles*, les *arches*, les *vénus*, les *bucardes-sourdon*, les *huîtres*, les *moules* et les *balanes.* Je n'ai pas même perdu une seule *moule commune*, ni dans l'eau de mer, ni dans l'eau douce. Sur 610 individus de ces 20 espèces que j'avois placés au mois d'avril dans l'eau de mer, il en restoit 401 au 15 septembre; et sur le même nombre de 610 individus placés depuis le même temps dans l'eau rendue de plus en plus douce, il y en avoit, au 15 septembre, 375 qui vivoient dans l'eau entièrement douce. Ainsi dans l'eau de mer j'ai perdu 34,26 pour 100 des animaux que j'y conservois, et dans l'eau douce j'ai perdu 36,88.

Les 18 autres espèces, qui comprenoient les *patelles bonnet de dragon*, les *fissurelles*, les *crépidules*, les *haliotides*, les *rochers*, le *buccin ondé*, les *cames*, les *peignes*, les *limes*, les *tellines*, les *donaces*, sont toutes mortes pendant l'expérience; il n'y avoit plus que quelques *patelles bonnet de dragon* et quelques

quelques *tellines* au moment où j'ai employé l'eau entièrement douce, et elles sont mortes quelques jours après.

Je ferai remarquer qu'au 1er juin il n'étoit pas mort, dans l'eau de mer étendue de son poids d'eau douce, un nombre sensiblement plus grand des 18 espèces que je viens de citer, que dans l'eau de mer pure.

Troisième Expérience. Ayant appris, par l'analyse de Lavoisier, que les eaux du lac Asphaltique contenoient jusqu'à 0,40 de matières salines (1), et ce lac, d'après les voyageurs, ne renfermant aucun corps organisé vivant, j'ai voulu savoir jusqu'à quel degré de salure les animaux marins pourroient vivre. En conséquence j'ai ajouté du muriate de soude très-impur à l'eau de mer ordinaire, et je me suis convaincu que tous les mollusques marins que j'avois à ma disposition, vivoient, sans paroître nullement incommodés, dans des eaux chargées de 0,31 de matières salines, consistant en muriate de soude avec quelques centièmes de muriate de chaux et de muriate de magnésie (2). Mais toutes les fois que j'ai augmenté la proportion de sel, de telle manière que par une légère évaporation à l'air libre il se formoit de petits cristaux à la surface du liquide, les animaux se sont contractés dans leurs coquilles et sont morts.

Résumé et Conclusions.

Les résultats que j'ai obtenus dans les expériences précédentes se réduisent à six principaux, savoir:

1°. Les mollusques fluviatiles périssent très-promptement lorsqu'on les plonge subitement de l'eau douce dans l'eau salée au degré de nos mers, ou dans des eaux chargées de gaz acide

(1) L'analyse de Lavoisier porte :

Eau	55,60
Muriate de chaux et magnésie	38,15
Muriate de soude	6,25
	100,00

(2) Le sel que j'employois étoit très-amer; sa dissolution précipitoit fortement par l'oxalate de potasse; mais je ne sais pas précisément la quantité de matières étrangères qu'il renfermoit. J'ai ajouté 6 onces 5 gros 30 grains de ce sel par livre d'eau de mer, ce qui, avec la quantité de 5 gros environ que cette eau renferme, porte la proportion totale de sel à 0,31.

carbonique, d'acides minéraux en très-petite quantité, ou enfin dans des eaux chargées de 0,02 de sulfate de fer. Les mollusques marins périssent également lorsqu'on les plonge subitement dans l'eau douce.

2°. Dans l'espace de très-peu de temps, beaucoup de mollusques fluviatiles peuvent être habitués petit à petit à vivre dans l'eau portée au degré de salure ordinaire des mers, et beaucoup de mollusques marins peuvent être de même habitués à vivre dans l'eau douce.

3°. Certaines espèces de mollusques ne peuvent s'habituer, au moins aussi promptement, à vivre dans des eaux très-différentes de celles où elles se trouvent ordinairement. Ainsi les *anodontes*, les *mollettes* et les *cyclades* n'ont pu vivre dans des eaux qui renferment, comme celles de nos mers, 0,04 de matières salines; les *patelles bonnet de dragon*, les *fissurelles*, les *crépidulles*, les *peignes*, les *limes*, etc., n'ont pu vivre dans l'eau douce.

4°. Il existe un degré intermédiaire de salure où tous les mollusques aquatiques, soit marins, soit fluviatiles, peuvent vivre facilement. En effet toutes les espèces fluviatiles que j'ai soumises à l'expérience ont vécu dans l'eau chargée de 0,02 de muriate de soude; et toutes les espèces marines ont vécu dans l'eau de mer étendue de son poids d'eau douce.

5°. Les mollusques fluviatiles, qui d'abord ne paroissent pas souffrir dans l'eau chargée de sulfate de chaux, ne peuvent en aucune manière s'habituer à y vivre. Il est assez probable que la même chose a lieu à l'égard des mollusques marins; mais jusqu'ici je n'ai point fait sur eux cette expérience.

6°. Enfin les mollusques marins peuvent vivre dans des eaux beaucoup plus chargées de sel que ne le sont ordinairement les eaux marines; mais ils périssent lorsque le liquide devient sursaturé.

Sans doute on pourroit désirer que ces expériences fussent répétées et exécutées plus en grand. Cependant il me semble que j'y ai soumis un assez grand nombre d'espèces et une quantité assez notable d'individus de chacune d'elles, pour pouvoir présenter mes résultats comme ayant déjà un assez grand degré de probabilité.

Je dirai plus, c'est qu'ayant opéré avec des vases d'une médiocre capacité et en général dans des circonstances qu'on pouvoit juger peu favorables au changement de milieu auquel j'ai réussi

à habituer les mollusques marins et fluviatiles, il est infiniment probable que le succès seroit bien plus complet en opérant en grand. Par conséquent dans les transitions de ce genre qu'on peut supposer avoir eu lieu dans la nature, les mollusques doivent y avoir beaucoup mieux résisté, trouvant toujours la nourriture qui leur convenoit, et n'éprouvant pas les gênes de toutes espèces qui contribuent à les affecter dans nos petits appareils.

Je pourrois ajouter aussi, que quelques-uns des résultats que j'ai obtenus sont avoués par la nature. On sait que plusieurs espèces de *cérites* et d'*huîtres* (*cerithium atrum*, *cerit. palustre*, *cerit. muricatum*, etc., *ostrœa parasitica*, *ostrœa plicata?* etc.) vivent à l'embouchure des fleuves, où elles doivent être exposées tantôt à l'eau douce, tantôt à l'eau salée. Les *moules communes* sont aussi dans le même cas; on en trouve souvent en grande quantité à l'embouchure des ruisseaux dans les mers; j'en ai vu sur les côtes de la Méditerranée qui se trouvoient dans l'eau douce assez loin des bords de la mer, et qui ne pouvoient recevoir les eaux salées que dans les gros temps. J'ai rencontré quelquefois, tant sur les côtes de l'Océan que sur celles de la Méditerranée, des excavations de rochers remplies d'eau saumâtre, et même d'eau entièrement douce, où vivoient des coquilles littorales, qui sans doute y avoient été transportées dans les hautes marées ou dans les coups de vent.

D'après les expériences de Wilke, les eaux de la mer Baltique renferment beaucoup moins de matières salines que celles de l'Océan et de la Méditerranée. La plus grande proportion de sel seroit, suivant cet auteur, de 0,02, et même en certain temps (par le vent d'est) elle ne seroit que de 0,009. Or on sait que la Baltique nourrit à peu près les mêmes espèces d'animaux que l'Océan (1); donc si les expériences de Wilke sont exactes, la nature nous présenteroit aussi des animaux marins vivant dans des eaux qui renferment ordinairement moitié moins de matières salines que les eaux de l'Océan, et qui quelquefois sont presque douces.

Il seroit important de pouvoir citer aussi des coquilles fluvia-

---

(1) On y trouve aussi, dit-on, des poissons d'eau douce, comme des brochets. Il seroit bien intéressant de savoir s'il y a des mollusques d'eau douce : on y trouveroit probablement au moins toutes les espèces qui habitent l'embouchure des fleuves.

tiles vivantes dans les eaux salées; mais malgré les recherches que j'ai faites à cet égard, je n'ai pu m'assurer qu'il en existât réellement; j'ai seulement remarqué quelquefois beaucoup de coquilles vides de ces genres au fond des amas d'eau saumâtre qui se trouvent sur quelques points des côtes basses. J'ai vu auprès des salins des Martigues un fossé nouvellement écuré dont le limon renfermoit beaucoup de coquilles des genres *lymnées* et *planorbes* (1); l'eau dont il étoit rempli au moment où je l'ai vu étoit sensiblement salée; mais il n'y avoit aucune espèce de mollusques vivans.

Les observations que je viens de rapporter sur la présence des mollusques marins dans les eaux douces, et sur l'absence des coquilles fluviatiles dans les eaux salées, n'ont rien de plus surprenant que ce qui a lieu à l'égard des poissons. On sait que plusieurs espèces de poissons marins remontent dans les rivières, souvent même assez haut; mais je ne crois pas qu'on ait observé que des espèces d'eau douce se portassent jusque dans les mers, si ce n'est peut-être dans la Baltique, comme on me l'a assuré. J'ai cru remarquer aussi dans le cours des expériences, que les mollusques marins souffroient beaucoup moins dans les eaux douces, que les mollusques fluviatiles dans les eaux chargées de sel.

Il me semble résulter des faits que j'ai rapportés, diverses conséquences d'un autre genre, qui m'ont paru mériter quelque attention.

1°. Puisqu'on a tout lieu de conclure que la même eau, soit douce, soit salée au degré des mers, soit mieux encore, saumâtre, peut nourrir à-la-fois des animaux qui vivent habituellement dans nos marais, nos rivières et d'autres qui se trouvent ordinairement dans nos mers, on pourroit présumer qu'il a existé des circonstances semblables dans la nature, et que c'est à elle que nous devons de rencontrer dans une même couche terrestre

---

(1) Il existoit autrefois entre Bédarides et Courtheson, sur la route d'Orange à Avignon (Vaucluse), un petit lac qui est indiqué sur quelques cartes sous le nom de *lac salé*, et connu aussi sous ce nom dans le pays. Il étoit desséché et en partie cultivé lorsque je l'ai visité; la terre noirâtre déposée sur son fond paroît assez peu fertile; elle renferme beaucoup de lymnées et de planorbes; je n'y ai point vu de coquilles bivalves ni de coquilles marines.

des coquilles fluviatiles et des coquilles marines, en admettant, comme tout semble le prouver, que ces coquilles se trouvent au lieu même où elles ont vécu.

Il seroit peut être même assez naturel de penser qu'entre un terrain marin et un terrain fluviatile, il existe quelques couches qui forment le passage de l'une à l'autre, et qui ont été produites par des eaux saumâtres où vivoient ensemble des mollusques que nous trouvons aujourd'hui, les uns dans nos marais, les autres dans nos mers. Une telle circonstance pourroit avoir eu lieu, par exemple, dans la formation des grès de Beauchamps, qui m'ont conduit aux diverses expériences que j'ai faites. Peut-être seroit-ce aussi le cas des couches calcaires et marneuses fétides de Vaucluse, qui renferment des *coquilles ressemblantes à des cérites*, avec des *lymnées*, des *planorbes* et une *espèce de paludine* ressemblante à la *paludine momie* (*cyclostoma mumia*, Lamark), mais qui en diffère surtout par des stries transversales analogues à celles du *cyclostome élégant*. Je croirois que ces couches recouvroient immédiatement le calcaire compacte du Jura qui, comme on sait, ne renferme pas de cérites, et qu'elles servent de bases à une formation gypseuse semblable à celle de Paris (1).

2°. Si on pouvoit supposer, avec quelques naturalistes, contre toute apparence, que les terrains nommés *terrains d'eau douce*

---

(1) La partie la plus inférieure, celle qui repose immédiatement sur le calcaire compacte, est une couche de calcaire marneux qui semble au premier abord renfermer des stalactites de couleur brune; mais en examinant de plus près, on remarque que ce sont des coquilles enveloppées de couches concentriques un peu bitumineuses, et qui semblent occasionnées par la décomposition de la matière animale.

On trouve dans cette couche des coquilles univalves souvent très-grosses qui ressemblent à des cérites; d'autres coquilles plus petites qui ressemblent par leur aspect général à une espèce d'auricule que j'ai vue chez M. Brongniard, et que je soupçonne des canaux d'Egypte. On y trouve aussi des coquilles qui paroissent terrestres et appartenir au genre hélice; elles ont même quelque analogie avec l'hélice des pierres.

La couche suivante renferme des lymnées, des planorbes, l'espèce de paludine dont nous avons parlé, des hélices (elles y sont rares), et des coquilles terriculées moins grosses que celles de la couche inférieure, mais qui, comme elles, ressemblent à des cérites.

Une troisième couche renferme moins de cérites, mais beaucoup de petites coquilles du genre lymnée, et peut-être aussi du genre physe, car j'en ai vu de tournées à gauche.

ont tous été formés sous les eaux marines, les résultats de nos expériences pourroient expliquer l'absence, d'ailleurs assez singulière, des coquilles bivalves fluviatiles des genres *anodonte*, *mulette* et *cyclade*. En effet nous avons vu que les mollusques qui habitent ces coquilles n'ont pu s'habituer à vivre dans les eaux chargées, comme celles de nos mers, de 0,04 de matières salines.

3°. Puisqu'il résulte des expériences plusieurs fois répétées, que les mollusques, au moins ceux d'eau douce, ne peuvent vivre dans des eaux saturées de sulfate de chaux, on pourroit expliquer pourquoi on ne trouve point de coquilles dans la masse gypseuse de Montmartre, et en général dans les gypses anciens ou nouveaux, quoiqu'ils soient souvent en couches subordonnées à des terrains coquilliers.

4°. Puisque les mollusques marins peuvent vivre dans les eaux presque saturées de muriate de soude, il paroîtroit que l'absence des corps organisés vivans dans le lac Asphaltique, si elle est bien réelle, tient à la présence des muriates amers de chaux et de magnésie, et peut-être à celle des matières bitumineuses que Lavoisier n'a point trouvées dans son analyse, sans doute parce qu'elles ne s'y rencontrent que passagèrement dans de certaines circonstances.

D'un autre côté, puisque les mollusques marins périssent dans des eaux sursaturées de muriate de soude, il n'est point étonnant qu'on n'en ait point trouvé de dépouilles dans les masses immenses de sel gemme qu'on exploite en plusieurs contrées.

6°. Enfin, si on admet que des mollusques marins et des mollusques fluviatiles peuvent vivre dans le même liquide, il sembleroit en résulter que l'habitation dans les eaux douces ou dans les eaux salées ne seroit point une raison pour établir des genres particuliers, à moins qu'on ne puisse trouver des caractères suffisans et constans dans les coquilles, ou mieux encore, dans les animaux qui les habitent, lorsqu'elles ne sont point fossiles.

Extrait du Journal tenu pendant les expériences sur les Mollusques d'eau douce, en 1808.

NOMS DES ESPÈCES SOUMISES A L'EXPÉRIENCE.	Nombre des individus placés dans chaque vase de chacune des deux séries, au 1er mai 1808.	Nombre des individus au 15 juillet 1808.		Nombre des individus au 15 octob. 1808.		OBSERVATIONS.
		dans l'eau douce.	dans l'eau salée à 0,02	dans l'eau douce.	dans l'eau salée à 0,04, depuis 17 j.	
Limnæa stagnalis	30	21	23	16	13	
——— auricularia	30	19	17	14	11	
——— palustris	50	33	27	22	19	
Physa fontinalis	50	28	27	17	21	
Planorbis corneus	30	22	19	15	13	
——— carinatus	50	34	31	19	16	
——— vortex	50	37	39	26	22	
Ancylus lacustris	50	39	33	28	25	
Paludina vivipara	30	23	24	21	11	
——— tentaculata	50	38	35	31	17	
——— obtusa (porte plumet)	60	42	39	27	30	
Nerita fluviatilis	50	37	31	26	9	
Unio pictorum	20	17	13	8	0	depuis 28 j. (1).
Anodonta Cygnœa	15	11	10	7	0	—— 31
Cyclas cornæa	40	32	25	18	0	—— 21

(1) C'est-à-dire que le dernier individu est mort depuis 28 jours.

Extrait du Journal tenu pendant les expériences sur les Mollusques marins, en 1813.

NOMS DES ESPÈCES SOUMISES À L'EXPÉRIENCE.	Nombre des individus placés dans chacune des deux séries, au 1er janv. 1813.	Nombre des individus au 1er juin 1815.		Nombre des individus au 15 sept. 1813.		OBSERVATIONS.
		dans l'eau de mer.	dans l'eau de mer étendue de son poids d'eau douce.	dans l'eau de mer.	dans l'eau douce, depuis 15 jours.	
Patella vulgata	30	23	21	16	15	
Turbo littorens	50	42	45	33	31	
—— néritoïdes	50	39	37	22	25	
Columbella mercatoria	50	43	42	37	32	
—— rustica	50	47	44	38	33	
Cerithium morus	10	9	10	6	4	
Petites cérites de diverses espèces	40	32	27	23	19	
Purpura lapillus	30	28	26	19	17	
Arca noæ	20	17	18	11	9	
—— barbata	30	23	22	17	18	
Venus verrucosa	30	19	21	13	11	
—— maculata	30	26	23	18	15	
—— virens	30	23	25	15	17	
Cardium edule	30	25	21	17	15	
Ostræa edulis	15	15	13	14	11	
Mytilus edulis	30	30	30	30	30	
—— barbatus	20	18?	20	16	19	
Balanus balanoïdes	17	17	17?	17	16	
—— striatus	21	19	21	18	19	
—— hemisphericus	27	22	25	21	19	
Patella nugarica	30	19	16	10	0	depuis 13 jours.
Fissurella uncibosa	30	21	18	14	0	—— 25
Crepidula fasciata	27	24	19	17	0	—— 28
Haliotis tuberculata	15	13	11	5	0	—— 22
Buccinum undatum	20	17	13	11	0	—— 28
Murex brandaris	20	16	14	9	0	—— 22
—— ramosus (parvus)	15	11	9	5	0	—— 20 à 25
—— pileare	20	14	11	8	0	—— 28
Tellina fragilis	30	22 et 7 p^tes	19	17 et 3 p^tes	0	—— 11
—— incarnata	30	24	21	13	0	—— 14
Donax irus	20	19	16	16	0	—— 22
—— rugolus	20	17	11	15	0	—— 19
—— trunculus	20	17	13	10	0	—— 25
Chama lazarus	10	9	5	3	0	—— 24
Lima squamosa	15	11	9	5	0	—— 27
Pecten jacobens	10	8	5	3	0	—— 29
—— sanguineus	20	16	11	9	0	—— 21
—— varius	20	19	7	11	0	—— 15 à 20
Echinus esculentus	Je n'ai pu en conserver ni dans l'eau de mer ni dans l'eau douce.					

SUITE

SUITE DU MÉMOIRE

Sur les Substances minérales dites *en masse*, qui entrent dans la composition des Roches volcaniques de tous les âges;

PAR P. LOUIS CORDIER (1).

CHAPITRE QUATRIÈME.

Comparaison des Substances minérales non volcaniques, nommées Pétrosilex, Trapp *et* Cornéenne, *avec les Pâtes lithoïdes des courans de lave de tous les âges.*

JE ne traiterai point des cornéennes, des trapps et des pétrosilex avec le détail que réclamoit l'histoire des recherches dont j'ai rendu compte dans le Chapitre précédent. Je me contenterai d'esquisser les principaux traits qui font contraster ces trois genres de pierres avec les pâtes lithoïdes.

On sait que ces pierres se trouvent en grandes masses compactes dans les terrains primitifs ou intermédiaires, et que plusieurs variétés se rencontrent même dans les terrains secondaires. Malgré les recherches nombreuses dont elles ont été l'objet, leur rôle dans la science est encore bien équivoque; elles appartiennent à cette grande division du règne minéral qui comprend *toutes les substances terreuses qu'on regarde comme composées de particules indiscernables irrégulièrement agrégées;* substances imparfaites à nos yeux, constamment informes, ne montrant qu'une structure confuse, qui se ressemblent beaucoup par l'uniformité de leur tissu, qui, considérées hors de leur gisement, ne peuvent souvent être distinguées que par les nuances fugitives d'un petit nombre de caractères extérieurs ou empiriques, et dont les définitions spécifiques n'ont communément d'autres fon-

(1) *Voyez* le commencement de ce Mémoire dans le Cahier du mois d'août, pag. 135.

demens que des assertions plus ou moins hazardées, reposant sur des notions ou même des hypothèses géologiques. C'est ainsi qu'on les définit en général comme des *produits aqueux;* les uns sont, dit-on, des précipités chimiques durcis; les autres, des précipités mécaniques consolidés; celles-ci ont été déclarées homogènes, celles-là composées de particules hétérogènes; d'autres enfin participent plus ou moins de ces différens modes, et forment, à ce qu'on assure, des variétés de *passage.* Ces manières de voir peuvent être justes; mais des assertions et des conjectures de ce genre ne peuvent pas suppléer à l'absence fréquente de toute propriété vraiment spécifique. Des opinions ne sont pas des caractères, et on ne doit point s'étonner si les minéralogistes ne s'accordent point encore sur la définition et la nomenclature des nombreuses substances dont je veux parler, sur la manière de les décrire et la place que chacune d'elles doit occuper dans la méthode purement minéralogique. Je n'insiste au reste sur ces considérations générales, que parce qu'elles sont plus spécialement applicables aux trois genres de pierres que je vais examiner.

En me servant des vieilles dénominations de pétrosilex, de trapp et de cornéenne pour désigner ces pierres, je n'entends aucunement préjuger du parti que les connoissances actuelles permettent de prendre à leur égard; j'ai voulu seulement me rapprocher du langage employé par Wallerius, Bergmann, Saussure et Dolomieu, et remonter ainsi à la source des fausses analogies dont les laves anciennes et modernes ont été jusqu'à présent le sujet.

Sous la dénomination générique de pétrosilex, je comprends le pétrosilex compact ou terreux de Dolomieu, le palaiopêtre et le feld-spath terreux non volcanique de Saussure, l'eurite de M. d'Aubuisson, le feld-spath compact de M. Werner, les variétés de son hornstein qui fondent en verre blanc, et en grande partie la base (haupmasse) des variétés de son thonporphyr qui renferment des grains de quartz disséminés. Le pétrosilex constitue la base d'un grand nombre de porphyres diversement colorés. La présence ordinaire du quartz au milieu des autres cristaux disséminés, l'absence constante de toute cavité bulleuse et de toute concrétion amygdaloïde, en sont les principaux caractères empiriques (1). Sa dureté, sa pesanteur spécifique, sa fusion

(1) Quelques variétés fort rares de pétrosilex et de trapp offrent la contexture

en verre ou émail blanchâtre, font penser, avec beaucoup de raison, qu'il est composé tantôt en entier, tantôt en grande partie, de molécules feld-spathiques.

Je range sous la dénomination générique de trapp, le diorite compacte et la roche argileuse dure de M. Haüy, la base du porphyre rouge antique, le grunstein compacte de M. Werner, les schistes argileux (thonschiefer) durs et en masses non feuilletées, la pierre de touche ou lydienne, et les variétés du wetzschiefer et du kieselschiefer de M. Werner, qui fondent en verres colorés. Toutes ces substances fondent en verre noir opaque, ou d'un vert foncé, ou d'un vert jaunâtre. Leur principal caractère empirique est de ne contenir jamais aucune cavité bulleuse ni concrétion amygdaloïde. On suppose que les unes sont composées de particules d'amphibole et de feld-spath, et les autres d'argile ferrugineuse mêlée de molécules amphiboliques, feld-spathiques, ou quartzeuses.

Enfin je désigne sous la dénomination générique de cornéenne, les schistes argileux tendres de tous les âges, qui sont en masses non feuilletées ou imparfaitement feuilletées, et leurs variétés mixtes avec le schiste amphibolique, le schiste chlorite, la serpentine schisteuse, l'ardoise proprement dite, l'argile pyriteuse endurcie et le calcaire argileux compacte, simple ou ferrifère. Je comprends dans cette synonymie une partie des variétés du thonschiefer, de l'alaunschiefer et du schieferthon de M. Werner, et en général les pierres dites *argileuses*, tendres, non feuilletées, noires, grises ou verdâtres, exemptes de la contexture amygdaloïde, souvent pyriteuses et quelquefois mêlées ou accompagnées de matières charbonneuses, qu'on a voulu assimiler aux pâtes lithoïdes des courans de lave anciens et modernes. Un de leurs

variolaire, qu'il ne faut pas confondre avec la contexture amygdaloïde. Les *varioles* sont des nœuds orbiculaires ordinairement petits, d'un égal diamètre dans le même bloc, tantôt compactes et tantôt rayonnés à rayons microscopiques concentriques, inséparables de la pâte qui les renferme et de même nature, s'en distinguant seulement par des couleurs peu distinctes, assez communément zonaires. Les *amandes* se présentent avec des formes et des dimensions variables dans le même bloc; souvent elles y sont entremêlées de cavités bulleuses; on les voit tantôt pleines et tantôt plus ou moins creuses; elles adhèrent foiblement à la pâte environnante; elles en diffèrent essentiellement par leur nature et leur couleur; enfin leur composition offre des minéraux d'espèces très-différentes, affectant des structures variées et se groupant quelquefois en assez grand nombre dans la même géode.

principaux caractères empiriques communs, est de ne renfermer aucune cavité bulleuse ni concrétion en forme d'amande, et d'être très-rarement porphyriques. On les suppose formées d'argile ferrugineuse, tantôt simple et tantôt plus ou moins mélangée de molécules amphiboliques, quartzeuses, feld-spathiques, talqueuses, calcaires, de mica, de carbonne, de carbure de fer ou de fer sulfuré.

On voit, par ces détails, que j'exclus formellement des trapps et des cornéennes, les pâtes indéterminées de toutes les roches amygdaloïdes et boursoufflées, sans excepter même l'ophite antique. Je regarde cette exclusion comme un des résultats les plus utiles de mes expériences. Je la motiverai au chapitre dans lequel je traite des laves lithoïdes altérées, sous la dénomination provisoire de wackes volcaniques de toutes couleurs.

Quant au basalte noir antique, je suis fondé à assurer que ce n'est ni un trapp, ni une lave; j'ai eu occasion de l'étudier en Egypte avec Dolomieu, sur un grand nombre d'échantillons, et mon ami, M. de Roziéres, en a exactement constaté le gisement près des cataractes du Nil; on doit en faire deux variétés de la syénite, sous les noms de *syénite granulaire* et *syénite compacte*.

Du reste, j'ai évidemment compris des substances très-différentes sous les dénominations génériques de trapp, de cornéenne et de pétrosilex. Mais je le répète, mon objet n'étoit pas de faire un traité sur ces substances et de les distinguer nettement les unes des autres. Il a dû me suffire de les examiner sous le rapport d'un petit nombre de propriétés très-saillantes, communes aux variétés de chaque genre, et de montrer combien elles diffèrent des laves lithoïdes anciennes et modernes *non altérées*, à s'en tenir aux points de vue essentiels, c'est-à-dire à la comparaison de la texture intime, de la composition mécanique et des principaux caractères empiriques. Je passe donc à cette comparaison.

Ces trois genres de pierres considérés dans leurs gisemens, se lient intimement aux roches accompagnantes, soit en admettant les mêmes minéraux disséminés sous forme de grains ou cristaux apparens, soit par des passages de composition ou de contexture, soit par les conditions qui caractérisent leur stratification.

Au contraire, les laves lithoïdes anciennes et les autres couches

volcaniques accompagnantes, sont presque toujours évidemment adventives relativement aux terrains qui leur servent de support ou qui par fois leur sont superposés, n'ayant avec eux aucune relation directe de contexture ou de composition, et souvent aucun rapport de stratification (1).

---

(1) L'état d'une science est assez exactement caractérisé par la richesse ou la pauvreté de sa terminologie ; est-elle peu avancée, l'abus des expressions génériques non définies ou mal définies, devient presque inévitable ; il influence l'observateur, altère les produits de l'observation, défigure les faits, entraîne la confusion des idées, conduit à des analogies imaginaires, et mène, sans qu'on s'en aperçoive, à l'erreur, quelquefois même à l'absurde. Ajoutons qu'on y tient en général d'autant plus, que c'est un moyen commode pour se passer de précision, pour se dispenser d'études trop difficiles, et pour déguiser avec une apparence satisfaisante la limite bornée et l'insuffisance des connoissances acquises.

On ne peut méconnoître les effets de cet abus lorsque, s'armant d'une saine logique, on veut approfondir les bases élémentaires de beaucoup de notions géologiques reçues ou données comme inconstestables ; par exemple, combien de manières d'être différentes ne confond-on pas à l'aide des mots *passage* et *transition?* A s'en tenir aux produits volcaniques, nous avons des transitions ou passages sous le point de vue de la composition, du tissu intime, de la contexture, de la dureté, de la couleur, du boursoufflement, du relâchement des parties, de leur décomposition et de leur désagrégation.

Voici comment j'écarte, en beaucoup de cas, l'abusif emploi de ces expressions vagues et bannales.

Je nomme en général *jonction* la rencontre d'une couche volcanique avec une couche de même origine ou d'une origine différente. La jonction est *distincte* lorsque la coupe du plan de rencontre offre une ligne de séparation nettement prononcée ; elle est *confuse* lorsqu'il y a pénétration entre les matières qui composent les deux faces de rencontre, et qu'il n'est pas possible de discerner où finit l'une et où commence l'autre. De ces pénétrations il résulte des bandes plus ou moins parfaitement mixtes et communément assez minces ; je leur donne le nom d'*entre-couches*, et je nomme *roche d'entre-couche*, la roche qui les compose. Ce second cas, au reste, est très-fréquent et se conçoit facilement ; la majeure partie des déjections volcaniques sont ordinairement meubles, et les faces scorifiées inférieures et supérieures des nappes de lave sont susceptibles de le devenir à la longue ; il s'établit une foule de jonctions confuses en vertu des différences qui existent entre l'écartement et le volume des parties incohérentes respectivement en contact d'une couche à l'autre, et par suite de l'action continue des eaux filtrantes, du poids des parties libres et de la pression des masses superposées. De là de prétendues transitions très-variées et quelquefois bizarres. Telle est celle-ci :

Soit une plaine formée de granite à gros grains et superficiellement décomposé, sur laquelle des graviers, puis des sables de même nature ont été déposés par un cours d'eau. Une éruption volcanique voisine couvre les sables avec des cendres fines et des cendres plus ou moins mélangées de fragmens de scories. Ensuite un courant de lave basaltique s'étend sur le tout. Qu'arrive-t-il avec le

Les premières se présentent sous forme de masses constamment pleines et parfaitement denses, les secondes sous forme de masses plus ou moins criblées de cavités bulleuses de toutes dimensions.

---

temps? la croûte scorifiée inférieure du courant se désagrège, s'affaisse et se lie avec des déjections incohérentes; celles-ci se tassent et pénètrent dans les sables qui eux-mêmes sont mêlés aux graviers et aux débris granitiques confondus; pour peu que les eaux filtrantes déposent le plus léger ciment calcaire, ou ferrugineux, ou siliceux dans ce système, tout le massif se trouve lié, et dans les idées de beaucoup de minéralogistes, présente alors le prétendu passage du granite au basalte par le gravier, le sable (ou le grès), la cendre durcie, le tuf et la brèche à base de wacke basaltique.

La nature a réalisé plus ou moins complètement cet exemple en plusieurs endroits de l'Auvergne et des Cévennes, dans lesquels il existe des matières volcaniques incontestables. Mais je vais plus loin; je suppose qu'un pareil système ait été démantelé par une cause quelconque, et qu'il n'en reste que des lambeaux; que faudrait-il conclure de la transition prétendue? que le basalte est de la même *formation* que le granite? Au fait cependant, ces lambeaux seroient le produit de cinq formations distinctes, savoir : celle du granite, sa décomposition, celle du courant d'eau, celle de l'éruption pulvérulente et celle du courant de lave, auxquelles il faudroit ajouter une action postérieure composée elle-même des effets amenés par les filtrations, le tassement, la macération, le dessalement des matières volcaniques et les concrétions infiltrées.

On voit qu'une simple analogie tirée de ce qui se passe journellement sous nos yeux, et dégagée de toute hypothèse, rend parfaitement raison des cas assez rares où les roches volcaniques anciennes se lient avec les couches non volcaniques et ne leur paroissent point adventives.

Du reste, *la superposition à jonction confuse* n'existe pas seulement dans les terrains volcaniques et à leur contact avec les autres terrains; on l'observe aussi, quoique très-rarement, à la rencontre respective de ces autres terrains. Malgré la longueur de cette note, je ne résiste pas au desir d'en faire connoître un exemple qui rentre tout-à-fait dans mon sujet et qui est sûrement curieux, puisqu'il offre la plus belle transition possible du granite le plus ancien au calcaire coquillier!

Cette prétendue transition se rencontre en Bourgogne; elle a été découverte et observée pour la première fois à Château-Neuf, près de la Clayette, par M. de Drée; j'accompagnois Dolomieu lorsqu'il en fit la vérification. Les collections de Paris en possèdent de beaux échantillons : en voici l'indication sommaire : le granite de Château-Neuf est à très-gros grains, à peu près des mêmes couleurs et presque aussi beau que le granite de Syène en Egypte. Il étoit superficiellement désagrégé lorsque la matière calcaire a été déposée par dessus. Non-seulement cette matière a pénétré jusqu'au vif de la roche granitique, en s'insinuant à travers ses débris, mais encore elle embrasse des cristaux isolés qui ont été facilement soulevés à une petite distance, à raison de la densité du liquide formant le dépôt. La jonction confuse des deux terrains se fait donc par une roche mixte accidentelle (ou d'*entre-banc*) de plusieurs décimètres d'épaisseur, qui, dans sa partie inférieure, est composée de granite à

Dans les unes on trouve, à la vérité, des grains en cristaux disséminés de feld spath, d'amphibole et quelquefois de mica; mais ils sont associés a des grains de quartz, de diallage, de talc, de chlorite, de fer oxidulé, de fer sulfuré et de pyrite magnétique, minéraux tout-à-fait étrangers aux terrains volcaniques. On n'y voit jamais ni *péridot*, ni *pyroxène*, ni *amphigène*, ni *fer oligiste*, ni *fer titané*.

Dans les autres, la rareté du mica et de l'amphibole, l'absence totale des pyrites et du fer oxidulé, *celle si remarquable du quartz*, deviennent des caractères négatifs aussi puissans que la présence du fer titané, du fer oligiste, du pyroxène, de l'amphigène et du péridot associés au feld-spath.

Ces différences principales entre les caractères empiriques respectifs sont déjà très-marquées; on en trouveroit aussi entre les nuances des caractères extérieurs; mais je dois les passer sous silence pour établir la comparaison vraiment essentielle, celle du tissu intime et de la composition mécanique.

On se rappelle que l'apparence des pâtes lithoïdes vues à l'œil nu est une illusion due à la foiblesse de cet organe; qu'elles sont douées d'un tissu grossier, interrompu par des vacuoles, et composées de cristaux ou grains entrelacés, dont le diamètre n'excède guère un vingtième ou un trentième de millimètre; conditions qui permettent de déterminer l'espèce des minéraux élémentaires; il n'en est pas de même des trapps, des pétrosilex et des cornéennes.

Je dois dire ici qu'avant de tenter l'examen microscopique de ces trois genres de substances minérales compactes, je m'étois flatté de ne pas rencontrer plus de difficulté que je n'en avois

---

ciment de chaux carbonatée plus ou moins visible, et dans sa partie supérieure, d'un superbe porphyre calcaire à gros grains de quartz gris et de mica noir, et à grands cristaux de feld-spath d'un rouge de chair très-éclatant. D'ailleurs le calcaire est d'un blanc grisâtre ou d'un gris de fumée, écailleux à écailles spathiques, et s'approchant de la structure compacte. Il contient des rognons de silex roux (fauerstein), et dans le prolongement de sa formation, qui est très-étendue, des griphites, des entroques et des astroïtes.

Convenons-en, la découverte de ces circonstances singulières eût été une bonne fortune pour un partisan des idées de transition; il est plus facile en effet de convertir tout gisement anomal en loi générale, que d'en résoudre les conditions spécieuses, et de démontrer comment elles peuvent se classer naturellement dans la masse des grands phénomènes déjà connus de tous les géologues.

trouvé dans l'étude des pâtes lithoïdes volcaniques, mais j'ai été bientôt détrompé; les obstacles que j'ai éprouvés ont eu un premier résultat utile; ils m'ont fait voir que j'attaquois les produits d'un mode de formation bien différent.

Je rejette dans la table générale le détail de mes expériences, ainsi que la désignation précise des échantillons que j'ai examinés; je me contente d'avertir que, parmi ces échantillons, on verra figurer les trapps et les cornéennes des montagnes de Suède, anciennement cités par Bergmann et Wallerius; c'est principalement la collection de M. Le Lièvre qui me les a fournis. Je vais exposer maintenant les résultats généraux de mes observations.

Le tissu intime des trapps, des cornéennes, des pétrosilex, examiné au microscope, se montre uniforme et sans aucunes vacuoles; sa finesse est souvent si excessive, qu'on n'aperçoit point d'élémens divers, et qu'il conserve l'apparence la plus compacte. Lorsqu'on distingue des particules, on ne sait si ce sont réellement des grains ayant chacun une existence indépendante et une structure particulière, ou si ce sont des apparences résultantes de la division de la masse homogène par des fissures, ou, pour mieux dire, par des glaces extrêmement déliées. Du reste, ces grains réels ou apparens sont dix fois ou vingt fois plus petits que les grains des pâtes lithoïdes; ils ont tous la même couleur dans le même échantillon.

Ils sont blancs ou foiblement nuancés de la teinte des masses, translucides ou demi-transparens dans les pétrosilex; translucides et blancs jaunâtres dans les trapps noirs, verts ou verts noirâtres; demi-transparens et d'un blanc rosé dans le trapp rouge; d'un blanc grisâtre et à peine translucides dans les cornéennes grises ou verdâtres qui blanchissent au feu; blancs grisâtres et opaques dans les cornéennes noires qui conservent leur couleur après avoir été chauffées.

L'excessive finesse de ces grains ne permet pas de les isoler sur le filet de disthène : on ne peut déterminer aucun de leurs caractères.

Leur facile fusion sur le filet de disthène offre des verres bulleux, blancs pour les pétrosilex; d'un vert jaunâtre pour les trapps; tantôt gris, tantôt d'un vert jaunâtre foncé pour les cornéennes.

Dans les produits de fusion, comme dans les pâtes, on voit assez ordinairement des grains noirs, excessivement fins et jamais

assez

assez abondans pour former la centième partie du volume. Ces grains sont facilement fondus et dissous ; ils communiquent constamment une couleur verte. Supposant qu'ils étoient de nature métallique, j'ai fait des tentatives pour les isoler, en traitant différentes variétés, à l'aide de la porphyrisation et du lavage. J'ai en effet recueilli quelque peu de poudre noire, encore mêlée de matières terreuses, en partie attirable, et donnant l'odeur sulfureuse par la calcination.

Ne pouvant réunir une assez grande quantité de ces parties noires attirables pour y chercher l'oxide de titane, j'ai éprouvé les parties métalliques discernables à la vue ou à la loupe, que renferment beaucoup de trapps et de cornéennes. J'ai étendu ces essais aux grünsteins primitifs ou diorites, et aux roches qui ont de l'analogie avec eux, ou qui les accompagnent ordinairement. J'ai notamment essayé le fer oxidulé octaèdre des roches de Corse, celui des roches de la Val-d'Aoste au Mont-Blanc, et de la Val-Sesia au Mont-Rose, et celui des roches qu'on trouve en différens endroits de la Suède. Cet examen chimique m'a démontré qu'il n'existoit de fer titané ni dans les trapps, les cornéennes et les pétrosilex, ni dans les roches primitives accompagnantes.

Les expériences dont je viens de présenter le résumé prouvent, 1°. que si le pétrosilex, qu'on regarde avec raison comme du feld-spath compacte, contient des particules hétérogènes, ces particules échappent par leur ténuité, et n'influent point sur les résultats de fusion;

2°. Que le pétrosilex diffère essentiellement des pâtes lithoïdes, leucostiniques ou feld-spathiques, soit par l'extrême finesse de son tissu, soit par l'absence des minéraux microscopiques hétérogènes, qui abondent dans ces sortes de laves;

3°. Que si les trapps et les cornéennes sont des masses compactes composées de particules hétérogènes, comme on s'accorde à le croire, il n'est pas possible, du moins par les moyens que j'ai mis en usage, de constater *directement* quels sont les minéraux élémentaires, et notamment si l'amphibole est fréquemment du nombre;

4°. Enfin, que la nature et la finesse du tissu intime des trapps et des cornéennes, et l'impossibilité d'assigner leur composition mécanique, ne permettent plus de les confondre avec les pâtes lithoïdes, basaltiques ou pyroxéniques.

Ainsi en rapprochant ces résultats de ceux obtenus dans la première partie de mes observations, il demeure constant, non-seulement que les laves lithoïdes contestées sont analogues aux laves lithoïdes modernes, mais encore que les unes et les autres ne ressemblent point aux roches primitives, intermédiaires ou secondaires, auxquelles on a prétendu jusqu'à présent qu'il falloit les assimiler, ou dont on a pensé qu'elles tiroient leur origine.

Je ne puis me dispenser de faire remarquer l'heureuse coïncidence de ces conclusions avec celles que Dolomieu a déduites de sa belle observation sur les circonstances qui caractérisent le gisement des matières volcaniques incontestables de l'Auvergne et du Vivarais (1). Cette observation, la plus mémorable, la plus importante et surtout la plus avérée de toutes celles qu'on a faites en Géologie depuis trente ans, nous a appris que les matières volcaniques du Vivarais et de l'Auvergne se sont fait jour à travers une contrée qui est toute granitique, sur une étendue de près de quatre cents myriamètres (1600 lieues) carrés. Or Dolomieu en combinant ce grand fait avec l'ensemble des phénomènes produits par les volcans brûlans et les tremblemens de terre, a été conduit à cette conséquence, digne d'une entière attention de la part des géologues, savoir, que le siége des feux souterrains résidoit par toute la terre sous les couches primordiales que nous regardons comme les plus anciennes; de mon côté, je prouve directement que les roches anciennes et modernes n'ont point d'analogues, non-seulement parmi les roches primordiales, mais encore parmi les roches intermédiaires ou secondaires, notamment celles qui renferment, sous différentes formes et en différentes proportions, des principes inflammables, sulfureux, métalliques ou bitumineux (2).

---

(1) *Voyez* les détails de cette observation, *Journal des Mines*, n°s 41 et 42, vol. VII, pag. 385, et n° 69, vol. XII, pag. 221.

(2) De tous les faux rapprochemens auxquels les ressemblances de coloration, l'uniformité apparente du tissu, les analogies de certains caractères extérieurs, et surtout la présence ou le voisinage d'un principe inflammable quelconque ont donné lieu, le plus accrédité, c'est celui qui conduit à placer les foyers volcaniques dans les plus grandes profondeurs des terrains houillers. Cette opinion a été facilement combattue par plusieurs minéralogistes. J'ai voulu moi-même contribuer à l'infirmer directement, lorsque j'ai publié dans notre *Journal des Mines* (n° 156, vol. XXVI, pag. 401) les observations que j'ai faites avec soin dans les houillères embrasées du pays d'Aubin, département de l'Aveyron, en remplissant dans ce pays mes fonctions d'ingénieur

Ces notions remarquables, sans avoir le même degré de certitude, se prêtent un mutuel appui ; elles sont en harmonie avec tout ce que j'ai encore à exposer. Elles tendent sans doute à nous replacer dans une obscurité profonde à l'égard des matières qui servent d'aliment aux éruptions volcaniques ; mais l'aveu de notre ignorance, motivé sur l'existence d'un ordre de faits positifs absolument nouveau, pourra paroître préférable à des analogies imaginaires, et à des hypothèses dont la stérilité a été jusqu'ici le moindre inconvénient.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Examen des Pâtes indéterminées qui composent les Scories volcaniques de tous les âges.

Je comprends sous le nom de pâtes scorifiées, les matières boursoufflées rouges, brunes, jaunes, grises, verdâtres et noires, nommées *scories* par presque tous les minéralogistes ; la pierre ponce ou pumite, la lave vitreuse pumicée et la scorie blanche. La plupart des variétés qui composent cette grande section paroissent inconnues à M. Werner, et n'ont point de place dans sa méthode (1). On ne voit effectivement figurer dans cette

---

du Corps Royal des Mines. Mes expériences sur les pâtes lithoïdes achèvent de faire justice de cette opinion. Il faut convenir qu'elle étoit bien peu soutenable, car elle reposoit implicitement sur des suppositions contraires à deux grandes lois de Physique et de Chimie, celle qui préside à la combustion en général, et celle que suit la propagation de la chaleur dans les corps non métalliques.

(1) Telles sont les ponces vertes et blanches des volcans incontestables, comme celles du cratère qui termine le pic de Ténériffe, et les scories de couleurs foncées, si belles, si fraîches, si parfaitement filées, cordées, tordues et tourmentées, qui alternent ou qui sont disséminées en très-grande quantité au milieu des puissans systèmes volcaniques démantelés qui occupent des espaces si étendus en France, en Italie, en Sicile et dans beaucoup d'autres points de la surface de la terre.

Parmi les caractères nombreux et irrécusables qui attestent l'origine de ces immenses systèmes, il faut noter que les lambeaux de courans lithoïdes qui s'y trouvent inclus *sont constamment accompagnés de leurs croûtes scorifiées inférieures et supérieures*, tantôt intactes, tantôt foiblement altérées dans leur tissu intime, mais non déformées ; tantôt enfin plus ou moins décomposées et affaissées : ce nouveau caractère est général ; je le signale à l'attention des observateurs.

Si on compare, du reste, les très-petits lambeaux basaltiques de la Saxe à ces grands systèmes classiques, on reconnoît que ces lambeaux ne sont qu'un cas tout-

méthode que la scorie volcanique récente et la pierre ponce des formations trappéennes, qui est censée non volcanique.

Considérées sous le point de vue de leur gisement, les pâtes scorifiées appartiennent, soit aux courans de laves de toutes espèces, soit aux déjections incohérentes consolidées ou encore meubles. Les unes enveloppent les courans dans toute leur étendue; elles sont le premier produit de la coagulation, et forment une écorce continue qui est souvent très-épaisse à la surface supérieure de la lave, et quelquefois très-mince (ayant moins d'un centimètre, ou six lignes) à la surface inférieure. Les autres se présentent en fragmens plus ou moins volumineux, tantôt dispersées dans les tufs et les brèches, tantôt amoncelées en couches coniques et concentriques autour des orifices volcaniques, et tantôt entassées sous forme d'assises ordinaires, plus ou moins meubles, et communément mêlées de cendres.

On sait que les laves lithoïdes poreuses ne se conservent pas aussi parfaitement intactes que les laves lithoïdes massives; les pâtes scorifiées sont en général bien plus accessibles que les unes et les autres aux effets de la décomposition. Leur perméabilité les rend facilement altérables. Tantôt elles se résolvent en poudre plus ou moins aride, semblable à la cendre ou thermantide pulvérulente, tantôt elles se changent en une sorte de wacke particulière; elles donnent ainsi deux sortes de produits nouveaux, que j'examinerai chacun en son lieu. Malgré cette facile dispo-

---

à-fait particulier du même genre, que leur isolement, leur très-foible étendue, leur très-mince épaisseur, leur composition simple, la destruction de l'écorce scorifiée supérieure du basalte, et la décomposition très-avancée de l'écorce inférieure, rendent presque anomal. Il faut que M. Werner soit parti de ce cas particulier et de quelques autres cas analogues, lorsqu'il a composé sa formation trappéenne stratiforme (flœtz-trapp), car l'on est forcé de reconnoître que les conditions qu'il en donne sont très-incomplètes et très-imparfaites, lorsqu'on veut en faire l'application aux puissans terrains volcaniques démantelés, situés loin de l'Allemagne, qui appartiennent à l'époque dont ce célèbre minéralogiste a eu intention de caractériser les produits; il manque vraiment un si grand nombre d'élémens essentiels à ces conditions, que dès qu'on essaye de les compléter, en ayant égard aux circonstances classiques dont M. Werner n'a pu tenir compte faute de les connoître, on voit, malgré soi, l'hypothèse d'une formation trappéenne stratiforme générale s'évanouir entièrement. Je n'ai pas besoin de faire remarquer que mes expériences sont des élémens encore plus positifs, quoique d'un autre ordre, qui concourent au même but, et qui tendent en outre à infirmer presque aussi complètement l'hypothèse des formations trappéennes des époques plus reculées.

sition à s'altérer, on les trouve quelquefois intactes dans les terrains volcaniques les plus anciens.

Dolomieu, et plusieurs autres observateurs, ont divisé les pâtes scorifiées colorées en scories pesantes et scories légères, mais sans motiver ces distinctions par des caractères minéralogiques suffisamment tranchés : on verra cependant qu'elles étoient bien fondées.

N'ayant trouvé aucune différence de tissu intime et de composition mécanique entre les pâtes scorifiées intactes appartenant aux quatre époques volcaniques que j'ai précédemment définies, je vais rendre compte de mes expériences sans distinction d'âge. Je rappellerai seulement que, devant les considérer exclusivement sous le point de vue minéralogique, j'en ai étudié la pâte abstraction faite des formes extérieures, des accidens de boursouflement, des cristaux apparens disséminés, et des fragmens hétérogènes accidentellement enveloppés.

Les pâtes scorifiées fondent en général plus facilement que les pâtes lithoïdes analogues; les caractères de fusion, dont je renvoie le détail dans la table, ainsi que celui des autres expériences, les caractères de fusion, dis-je, établissent deux genres distincts, savoir : celles qui fondent en verres blancs ou légèrement colorés, et celles qui fondent en verres de couleur noire ou d'un vert noirâtre. J'ai trouvé d'ailleurs que la composition mécanique s'accordoit avec les caractères extérieurs, pour subdiviser chaque genre en trois sortes, qui sont, les *scories grumeleuses*, les *scories pesantes* et les *scories légères*.

Les premières ne méritent d'être rangées parmi les pâtes scorifiées qu'à raison des aspérités tranchantes de leurs surfaces naturelles et de leur porosité; elles sont remarquables par l'aspect lithoïde de la matière dont elles sont formées; elles tapissent, soit en partie, soit en entier, les surfaces inférieures et supérieures des courans lithoïdes modernes. On les retrouve accompagnant de même les lambeaux des courans de lave, dans les terrains contestés, partout où elles n'ont pas cédé à la désagrégation et à la décomposition.

Examinées au microscope, elles paroissent entièrement composées de grains ou cristaux, un peu plus fins, mais aussi distincts et aussi faciles à étudier que ceux des pâtes lithoïdes dont elles forment le revêtement; mais ces grains sont imparfaitement entrelacés, échaffaudés en quelque sorte les uns sur

les autres, et isolés en partie par des vacuoles nombreuses. Si on examine leur surface naturelle dans les vacuoles comme dans les cavités bulleuses des masses, on reconnoît qu'ils sont couverts d'un vernis léger, brillant et vitreux; mais cette matière vitreuse, qui paroît ici comme le résidu de la cristallisation précipitée, est en trop petite quantité pour qu'à l'intérieur de la pâte on ne puisse la distinguer d'avec la matière même des grains, entre lesquels on peut présumer qu'elle est interposée. Les grains microscopiques des scories grumeleuses présentent les mêmes minéraux élémentaires, associés dans les mêmes proportions que les pâtes lithoïdes servant de support : tantôt c'est le pyroxène qui domine et tantôt le feld-spath.

Du reste, les caractères des scories grumeleuses perdent de leur netteté au point de contact avec la lave lithoïde massive, ou poreuse congénère; on conçoit facilement qu'il existe une foule de masses qui présentent une structure plus ou moins mixte entre les structures lithoïdes et scoriformes parfaites.

Les formes tourmentées, tordues et filées, des pâtes scorifiées pesantes, dénoncent les causes perturbatrices qui ont agi pendant la coagulation de la matière qui en fait la base. Elles entrent, concurremment avec les scories grumeleuses, dans la composition des revêtemens inférieurs et supérieurs des courans de lave anciens et modernes; quelquefois même elles constituent ces revêtemens en entier. Elles forment en grande partie la masse des déjections incohérentes qui s'accumulent autour des orifices volcaniques.

La pâte qui en fait la base, examinée dans sa cassure, présente un aspect intermédiaire entre l'aspect lithoïde et l'aspect vitreux.

Examinée au microscope, cette pâte paroît composée d'une substance vitreuse continue, dans laquelle sont disséminés des grains blancs, verts ou noirs, semblables à ceux des pâtes lithoïdes. Le volume de ces grains varie entre un vingtième et un cinquantième de millimètre, quelquefois même ils ne figurent que comme des espèces d'ambrions; leur nombre est très-variable; le plus ordinairement ils forment le quart ou le sixième de la masse; lorsqu'ils abondent, la masse passe à la scorie grumeleuse; plus ils sont rares, plus la masse prend l'aspect vitreux. Dans les scories rouges, la majeure partie des grains noirs appartient au fer oligiste; ils sont accompagnés de particules rougeâtres et brunes, excessivement déliées, qu'il faut également

rapporter à ce minéral, soit à cause de leur couleur, soit à cause de la teinte verte qu'ils communiquent par la fusion.

Les éclats de la substance vitreuse élémentaire sont translucides et foiblement colorés de teintes analogues à celles des masses auxquelles ils appartiennent, c'est-à-dire blanches, d'un blanc jaunâtre, blanc rougeâtre, brun rougeâtre, ou vert noirâtre. Sur le filet de disthène ils fondent un peu plus facilement que les grains inclus, et présentent d'ailleurs tous les caractères du verre volcanique.

Les caractères de fusion ne permettent pas de douter que les élémens prochains du feld-spath et du pyroxène ne dominent dans les parties vitreuses des scories pesantes, en proportions analogues à celles des grains microscopiques de l'une ou l'autre espèce qui s'y trouvent disséminés. Cette induction, à laquelle rien ne répugne d'ailleurs, paroîtra tout-à-fait probable lorsque j'aurai traité des verres volcaniques. Elle est en harmonie avec le mode suivant lequel les scories pesantes se lient avec les masses lithoïdes congénères, partout où elles leur sont en contact; en effet, la liaison s'établit par un passage insensible entre les deux espèces de structure intime.

Les pâtes scorifiées légères se trouvent rarement associées aux deux autres sortes dans les revêtemens supérieurs et inférieurs des courans lithoïdes. On les trouve plus communément mêlées en fragmens avec les scories pesantes, dans le voisinage des orifices volcaniques; ou bien elles constituent, sous forme lapillaire, des couches très-étendues. Ce sont elles encore qui composent exclusivement l'écorce des courans absolument vitreux, qu'on observe dans un petit nombre de volcans. Elles jouissent plus spécialement que les deux autres sortes, de la faculté de se conserver intactes, même dans les terrains volcaniques contestés les plus anciens.

Soumises à l'analyse mécanique, elles offrent un tissu uniforme, dont tous les caractères sont analogues à ceux des verres volcaniques de couleurs correspondantes, préalablement réduites en poudre. On reconnoît notamment, que les scories noires opaques ne présentent cet aspect qu'à raison de leur volume: leurs éclats très-minces sont translucides, tantôt d'un brun jaunâtre, tantôt d'un vert bouteille. Les fibres de la scorie blanche, ou pierre ponce, ressemblent à des filamens de verre blanc ordinaire, droits ou contournés, cannelés ou cylindriques. La ténuité

de ceux qui sont parfaitement soyeux passe souvent un cinquantième de millimètre.

Les différentes pâtes de scorie légère renferment des grains noirs de fer titané et des rudimens rares de feld-spath ou de pyroxène, auxquels s'associent l'amphigène et le péridot; par leur présence, ces minéraux sont comme les derniers témoins qui servent à prouver la nature des combinaisons chimiques dont les pâtes scorifiées légères contiennent les élémens prochains, et quels eussent été les produits dominans de l'agrégation régulière, si elle l'avoit emporté sur l'agrégation vitreuse.

La notion minéralogique de chaque sorte de scorie est facile à déduire de ces observations; mais on voit que leur place, dans les méthodes, ne peut être assignée que par convention, à la suite, soit du pyroxène, soit du feld-spath. Quant à la nomenclature, je réunis sous le nom de *pumite* les scories feld-spathiques, c'est-à-dire qui fondent en verre blanc ou légèrement verdâtre, et je conserve le nom de *scories* proprement dites, aux sortes pyroxéniques, c'est-à-dire qui fondent en verres ou émaux noirs, ou d'un vert foncé. Les modifications du tissu et de la composition mécanique marquent trois subdivisions naturelles, soit pour la *scorie*, soit pour la *pumite* : ce sont celles que j'ai employées ci-dessus. Des variétés nombreuses seront aisément désignées, en prenant en considération les accidens de forme et de boursoufflement.

Considérées géologiquement, les différentes variétés de *scorie* et de *pumite* peuvent être définies comme des produits mixtes de l'agrégation régulière et de l'agrégation vitreuse, ayant agi simultanément pendant le refroidissement de la matière des laves; produits qui, indépendamment d'une substance vitreuse dont la nature est présumée d'après de très-grandes probabilités, renferment des minéraux microscopiques plus ou moins abondans, qui appartiennent à des espèces déterminées et de même nature que celles dont les pâtes lithoïdes sont entièrement formées. En d'autres termes, la pâte qui compose la pumite et la scorie est tantôt en granite microscopique criblé d'un grand nombre de vacuoles et mélangé d'un peu de verre, tantôt un porphyre microscopique à base de verre, tantôt un verre ou émail mêlé de cristaux microscopiques assez rares.

Ces définitions de la structure intime et de la composition mécanique des différentes variétés de la scorie et de la pumite paroîtront à peine remarquables à raison de leur extrême simplicité;

plicité; mais les applications sont importantes; j'en choisis l'exemple suivant à cause de l'intérêt plus général qu'il peut offrir.

Les voyageurs qui ont visité les volcans brûlans ont été frappés de la stérilité invincible de certains courans de lave qui datent des temps historiques les plus reculés. Ils se sont étonnés de voir en même temps des courans, pour ainsi dire modernes, parés de la plus riche végétation; malgré tout ce que ce phénomène a de singulier, personne n'en a donné l'explication; je crois pouvoir la trouver dans la différence qui doit exister entre le tissu intime des croûtes scorifiées superficielles. Je puis citer, à ce sujet, l'état actuel de la surface du superbe courant basaltique de 1705 à Ténériffe; c'est une scorie grumeleuse proprement dite qui compose l'écorce supérieure de ce courant; elle est déjà en partie désagrégée et décomposée, et la végétation spontanée commence à envahir ses débris. On conçoit en effet, que des masses formées de parties hétérogènes très-fines, criblées d'un grand nombre de vacuoles, et renfermant en abondance la substance le plus facilement altérable de tous les terrains, c'est-à-dire le feld-spath, puissent tomber en poudre et se résoudre en terre végétale beaucoup plus promptement que des croûtes presque entièrement vitreuses, sur la matière desquelles les agens atmosphériques ont nécessairement peu de prise et peu d'action.

CHAPITRE SIXIÈME.

Examen des Pâtes indéterminées qui composent les Laves vitreuses de tous les âges.

Sous le nom de verres volcaniques, je confonds les laves vitreuses de Dolomieu, une grande partie de celles de M. Haüy, les laves vitreuses fontiformes, théphriniques et pétrosiliceuses de M. Delamétherie; l'obsidienne de M. Werner, quelques variétés de la base de son pechstein porphyrique, qui ne contient pas de quartz, le perlstein; enfin les obsidiennes rouges smalloïdes, que Depuch et moi avons trouvées à Ténériffe.

De toutes les bases indéterminées, ce sont les verres volcaniques qui se représentent avec les traits de l'identité la plus parfaite, dans les terrains volcaniques de tous les âges; l'imperméabilité du tissu intime rend un grand nombre de variétés presque inaltérables.

A ne consulter que les préjugés anciens, on devroit croire que

les laves vitreuses occupent une place très-étendue parmi les roches volcaniques, mais il n'en est pas ainsi. Elles sont rares, même dans les volcans brûlans. On les trouve plutôt en fragmens parmi les déjections incohérentes, que composant des courans entiers. On sait que les plus beaux gisemens sous cette dernière forme sont à Ténériffe, et qu'ils proviennent des éruptions modernes qui ont élevé le mamelon du pic. Ce mamelon lui-même est exclusivement composé d'obsidienne porphyrique et de pumite (1).

On pourra voir, dans la table de mes expériences, que je n'ai point confondu les verres volcaniques avec les substances d'apparence vitreuse ou piciforme, désignées sous les noms de *rétinite*, *pechstein* ou *gœstein*. Il paroît, d'après les expériences de M. Sage, que ces substances contiennent de l'eau en très-grande quantité; en outre, elles renferment souvent du quartz disséminé en grains très-apparens. On les trouve en un très-petit nombre de localités, où leur gisement n'a rien d'avéré. Je n'ai pas cru devoir en faire l'objet d'un examen comparatif.

Quelle que soit l'opacité ou la translucidité des verres volcaniques, leur couleur rouge, brune, noire, verte, grise ou blanche, et leur tissu plus ou moins uniforme, ils fondent tous, soit en verre blanc ou légèrement coloré, soit en verre noirâtre foncé, ce qui les partage en deux genres distincts.

Les caractères extérieurs, ainsi que l'analyse mécanique, subdivisent chacun de ces deux genres en trois sortes, savoir : les *verres imparfaits*, les *verres smalloïdes* et les *verres parfaits*.

Les premiers, qu'on pourroit aussi bien nommer *pâtes lithoïdes imparfaites*, à raison de leur aspect demi-vitreux, sou-

---

(1) A cette occasion, je ne puis me dispenser de relever une des plus singulières méprises dans lesquelles l'hypothèse des formations trappéennes ait entraîné une partie des minéralogistes du Nord. Reuss, après avoir supposé avec M. Werner, que presque toutes les ponces ont une origine dite aqueuse, et que l'obsidienne porphyrique est une roche primitive, embarrassé de citer une localité où le gisement de cette prétendue roche primitive fût avéré, s'est décidé à donner comme exemple le pic de Ténériffe. Certes, lorsque Wallerius et Bergmann ont élevé des doutes sur l'origine des roches basaltiques anomales, ils ne prévoyoient guère qu'on pousseroit un jour l'incrédulité systématique jusqu'à méconnoître l'origine des laves qui forment la bordure immédiate des orifices volcaniques encore fumans, et qui en sont les produits les plus incontestables.

mis au microscope, s'y présentent formés d'une matière vitreuse dans laquelle sont disséminés des rudimens plus ou moins complets de cristaux, ou grains microscopiques. Ces grains, de mêmes couleurs et de la même nature que ceux des pâtes lithoïdes, l'amphibole et le fer oligiste exceptés, ont ordinairement le même volume. Ceux qui sont colorés se distinguent très-nettement; mais il faut de l'attention pour ne pas confondre les autres avec la pâte vitreuse, lorsque celle-ci est réduite en très-petits éclats.

Les verres volcaniques parfaits exposés au microscope, y conservent l'uniformité apparente de leur tissu. On y aperçoit seulement quelques grains très-rares de fer titané; les verres smalloïdes ou piciformes ne diffèrent des premiers que par l'intensité de leurs couleurs et de leur opacité; réduits en fragmens très-minces, ils deviennent translucides et affectent des couleurs claires. Les très-petits éclats translucides et incolores qu'on obtient en brisant un assez grand nombre de variétés de l'une et l'autre sorte, ne présentent jamais la transparence cristalline des fragmens de feld-spath, et les modifications régulières de leur cassure. Ils fondent un peu plus facilement; du reste, il faut du soin pour ne pas se méprendre au premier aspect.

Je ferai remarquer maintenant, que dans les sortes qui fondent en verre blanc ou légèrement verdâtre, on trouve souvent des cristaux apparens à la vue simple, de feld-spath et rarement de mica; on y rencontre aussi, mais comme accidentellement, les autres minéraux volcaniques; c'est au contraire le pyroxène accompagné du péridot, qui donnent l'aspect porphyrique aux sortes qui fondent en verre de couleur très-foncée.

On conçoit que, d'après la composition mécanique des pâtes vitreuses imparfaites, il doit exister une foule de variétés intermédiaires, dont le tissu s'approche plus ou moins, soit de la structure tout-à-fait lithoïde, soit de la structure entièrement vitreuse, suivant l'abondance ou la rareté des cristaux microscopiques disséminés. C'est effectivement ce qu'on verroit dans une collection nombreuse et bien faite de ces produits. La nature réunit quelquefois dans le même bloc de lave, ancienne ou moderne, ces trois structures d'apparence si différente, se confondant insensiblement l'une avec l'autre à leurs points de contact. Ce fait important, si commun au contact des pâtes scorifiées avec les pâtes lithoïdes, mais qui s'y trouve masqué par les apparences dues à l'abondance des vacuoles microscopiques et à l'extrême boursoufllement, est encore peu connu. J'ai été

assez heureux pour en découvrir deux exemples, aussi remarquables par l'étendue qu'ils occupent, que par la nature des pâtes composantes, en deux localités des volcans éteints incontestables, de l'Auvergne et du Vivarais; localités dont je donnerai la monographie dans un Mémoire particulier.

Il y a long-temps que les résultats de l'analyse chimique et de la fusion, la comparaison des pesanteurs spécifiques et l'étude des caractères empiriques, ont porté les minéralogistes à présumer que les pâtes vitreuses qui fondent en verre blanc contenoient les élémens prochains du feld-spath; opinion qui devient tout-à-fait probable d'après mes expériences; mais il y a peu de temps que l'on connoît les pâtes vitreuses fondant en verre noir. C'est à M. Delamétherie et à M. de Drée qu'on en doit les premières annonces; on peut dire que ces dernières sortes auroient manqué à la série méthodique des pâtes volcaniques; à l'avenir elles joueront un rôle remarquable. En effet, les deux exemples de passages immédiats dont j'ai annoncé ci-dessus la découverte, présentent *la transition parfaite du verre noir au basalte le plus dense et de l'origine la plus incontestable.*

On voit, d'après ces données, que les notions minéralogiques et géologiques qu'on doit admettre désormais à l'égard des verres volcaniques, sont analogues à celles qui caractérisent les pâtes scorifiées légères, pesantes et grumeleuses; à la vérité les apparences produites, soit par l'absence ou l'abondance des vacuoles microscopiques, soit par l'extrême boursoufflement, soit par les formes extérieures des masses, soit par l'opacité ou la transparence de la matière vitreuse, défigurent singulièrement les verres volcaniques dans la scorie et la pumite; mais la composition mécanique des uns et des autres offre tous les caractères de l'identité.

Les verres volcaniques sont donc ou pyroxéniques, ou feldspathiques, à la manière des pâtes scorifiées. Ils ne peuvent avoir, dans les méthodes minéralogiques, que des places de convention, à la suite, soit du feld-spath, soit du pyroxène. Quant à la nomenclature, je conserve le nom d'*obsidienne* aux sortes qui fondent en verre blanc ou légèrement coloré, et je donne le nom de *gallinace* aux sortes pyroxéniques, c'est-à-dire qui fondent en verres ou émaux d'une couleur noire, ou vert noirâtre foncé. Les distinctions de parfaite, de smalloïde et d'imparfaite, partageront la gallinace et l'obsidienne chacune en trois subdivisions naturelles. Les variétés principales seront facilement établies d'après les accidens de forme, d'éclat et d'opacité.

Je terminerai ce que j'avois à dire sur les différens produits de la coagulation de la matière des laves que j'ai examinées jusqu'ici, en faisant remarquer que mes résultats jettent un jour tout-à-fait nouveau sur les expériences qu'on a tentées il y a déjà quelques années, en soumettant à la fusion artificielle, et à des refroidissemens gradués, plusieurs substances, soit volcaniques, soit non volcaniques, douées du tissu compact ou terreux.

D'après mes observations, on peut maintenant disserter très-clairement ce qui a manqué aux belles expériences de M. Hall pour en rendre les conséquences absolues. On voit qu'il eût fallu, avant toute chose, que M. Hall eût défini la structure intime et la composition mécanique des substances qu'il a employées, celles des cristallites qu'il a obtenues.

Les mêmes lacunes se trouvent dans les expériences ingénieuses tentées par M. de Drée, dans l'intention de prouver que la fusion artificielle des trapps et des cornéennes pouvoit produire des laves basaltiques.

Voici donc comment je crois être autorisé à marquer l'état actuel de cette partie de nos connoissances. On peut bien assurer que certaines substances douées du tissu terreux ou compacte (quelle que soit d'ailleurs leur origine) peuvent, après avoir été artificiellement fondues, se solidifier à la manière des laves incandescentes, tantôt avec la contexture vitreuse, tantôt avec la contexture lithoïde, et tantôt avec une contexture mixte; mais il reste à démontrer, qu'en cas d'agrégation régulière ou lithoïde, l'art reproduit bien réellement, dans les cristallites obtenues, les minéraux microscopiques dont se composoient, ou sont censées se composer les masses compactes ou terreuses mises en expérience. Quant aux laves lithoïdes en particulier, comme leurs minéraux élémentaires sont très-différemment fusibles, et souvent presque infusibles, il est évident qu'essayer de les réagréger après la fusion, c'est, à quelques différences près, vouloir refaire du granite ordinaire.

Je suis bien loin, au reste, d'avoir intention de diminuer, par ces considérations, le mérite des expériences de M. de Drée et de M. Hall. Ces observateurs ont, ainsi que M. Fleurieu de Bellevue, M. Watt, M. Dartigues, M. Fourmi et Spallanzani, qui ont fait des recherches analogues, ouvert un nouveau champ à la Chimie, en démontrant que son pouvoir pour créer

des *minéraux artificiels* (1) par la voie sèche, s'étendoit aussi aux combinaisons des principes terreux ; ils ont enrichi la science géologique d'une source d'analogies nouvelles, qui ont aidé à concevoir, jusqu'à un certain point, les différens effets de la coagulation des laves, bien qu'on ne fît entrer en considération que la simple influence du mode de refroidissement, et la notion très-imparfaite de leur nature et de leur état d'agrégation. Maintenant que mes expériences définissent rigoureusement, non-seulement ce qu'il s'agissoit d'expliquer, c'est-à-dire l'état d'agrégation, mais encore ce qu'on n'expliquoit pas faute de s'en être rendu compte, c'est-à-dire la composition mécanique, on pourra plus facilement chercher à rendre les analogies plus exactes, en faisant des expériences plus directes et combinées de manière à ce que les résultats puissent satisfaire

---

(1) De quelque manière que la Chimie agrège les corps simples et les combinaisons diverses qu'elle obtient en décomposant les substances minérales naturelles, les produits solides obtenus seroient plus nettement définis par le nom de *minéraux artificiels*, que par celui de *produits chimiques*. Un grand nombre de ces minéraux, que j'appelle donc *artificiels*, ne peuvent être agrégés sous forme de corps solides que par la voie sèche, c'est-à-dire par la simple soustraction d'une certaine quantité de chaleur acquise, tels sont les métaux, plusieurs oxides, et beaucoup de sels volatiles. D'autres n'obéissent à l'agrégation régulière que par la soustraction d'un liquide interposé, condition à laquelle il faut ajouter, en beaucoup de cas, la soustraction d'une certaine température acquise ; tels sont les sels solubles. Quant aux sels insolubles et aux combinaisons terreuses, on ne les obtient que sous forme de particules indiscernables, tantôt pulvérulentes, tantôt foiblement adhérentes, tantôt confusément agrégées à l'état de verre ou d'émaux. Jusqu'à présent les efforts de la Chimie ont été vains pour donner à ces minéraux artificiels vitreux, friables ou pulvérulens, l'existence de corps régulièrement agrégés, c'est-à-dire pour en faire des cristaux. Elle n'échoue pas moins, lorsqu'après avoir dissous les élémens des substances pierreuses naturelles, elle veut les réagréger sous leur forme première, ou simplement avec leur tissu cristallisé originaire. Son impuissance est d'autant plus remarquable, qu'elle opère facilement la réagrégation régulière d'un grand nombre de minéraux naturels, métalliques, salins ou sulfureux. On ne doit donc pas s'étonner de la grande importance qu'on a attachée à la découverte de plusieurs combinaisons terreuses cristallisées au milieu des produits vitreux des fours à chaux, des verreries et des foyers de forge. M. Fleurieu de Bellevue est le premier et le seul savant qui se soit occupé du soin de déterminer les caractères spécifiques de cette classe encore peu nombreuse de minéraux artificiels. Ses recherches à ce sujet, et les analogies qu'il en a déduites, offrent un puissant intérêt, et se trouvent consignées dans un grand Mémoire imprimé au *Journal de Physique*, 1805, tome LX, pag. 409.

aux conditions désormais bien connues du phénomène; mais pour obtenir de tels résultats, il faudra sans doute inventer des procédés nouveaux ; il me semble, du moins, qu'il seroit préliminairement convenable d'étudier et de déterminer avec exactitude la nature et le rôle, non-seulement des substances volatiles qui s'exhalent pendant le refroidissement des laves, mais encore des matières salines qui se séparent et se concrètent, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur des courans, et que les premières eaux filtrantes dérobent si promptement à l'observateur: ces recherches paroissent indispensables à beaucoup d'autres égards; le moindre succès qu'on obtiendroit en s'y livrant auroit d'autant plus de prix pour la science, que les difficultés à vaincre sont très-grandes, et que les hommes les plus habiles y ont échoué jusqu'à présent.

(*La suite au prochain Cahier.*)

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.



De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

NOVEMBRE AN 1816.

MÉMOIRE

Sur les nouvelles Propriétés de la Chaleur à mesure qu'elle se développe dans sa propagation le long des morceaux de verre;

PAR DAVID BREWSTER,

Des Sociétés Royales de Londres et d'Édimbourg;

DANS UNE LETTRE ADRESSÉE A SIR JOSEPH BANKS.

Extrait des Transactions Philosophiques.

Lu dans la Séance de la Société Royale, le 11 janvier 1816.

EXTRAIT (1).

MONSIEUR,

Dans deux Mémoires publiés dans les *Transactions Philosophiques* de la Société Royale, j'ai parlé de l'action de la chaleur sur le verre, qui met celui-ci en état de faire passer un rayon

(1) Nous n'avons pu faire graver les nombreuses figures qui sont dans le Mémoire de l'auteur. *(Note du Rédacteur.)*

de lumière dans deux pinceaux polarisés à l'opposite, et j'ai démontré qu'un verre qui n'est pas apprêté dans la forme des gouttes du prince *Ruppert*, possède les axes optiques distincts, et agit sur la lumière comme tous les corps régulièrement cristallisés.

Ce sujet a quelquefois fixé de nouveau mon attention, depuis que j'eus découvert que la réflexion de tous les métaux, et la réflexion totale des secondes surfaces des corps transparens, produisoient le même effet que les cristaux cristallisés, en séparant un rayon de lumière polarisée dans ses teintes complémentaires. Ce qui m'a porté à croire que l'existence de deux pinceaux polarisés à l'opposite et la production des couleurs complémentaires, étoient des effets concomitans; en conséquence je me disposai à examiner la vérité de cette supposition dans la circonstance du verre exposé à la chaleur. Dans mes premières expériences sur ce sujet, je n'avois point observé ces couleurs, attendu que je n'étois pas alors en possession de la manière de les découvrir lorsqu'elles formoient les teintes inférieures de l'échelle de Newton; mais j'ai découvert depuis, une méthode de les rendre visibles dans tous les cas, par les effets qu'elles produisent en modifiant la couleur d'un morceau de sulfate de chaux que je pris pour modèle.

Les résultats de ces expériences, en même temps qu'ils confirment la supposition que j'ai faite, m'ont aussi conduit à la découverte de plusieurs phénomènes singuliers, qui constituent une nouvelle branche de Physique, analogue, dans son caractère général, aux sciences du magnétisme et de l'électricité. Les intéressantes propriétés de la lumière et de la chaleur qui sont exposées dans le Mémoire suivant, ainsi que les vues nouvelles qui s'y trouvent développées relativement à la structure des corps cristallisés, fixeront sans doute l'attention du chimiste, du minéralogiste et du naturaliste, en même temps que l'éclat et la variété des phénomènes qu'il embrasse exciteront la curiosité de ceux aux yeux de qui les recherches scientifiques ne sont que des objets d'amusement et de conversation.

SECTION PREMIÈRE.

Sur les effets transitoires qui se développent pendant la propagation de la Chaleur le long des morceaux de verre, ou durant la communication du verre aux corps environnans.

Proposition première.

« Lorsque la chaleur est propagée le long d'un morceau de » verre, ses progrès sont marqués par la communication d'une » structure cristalline qui change son caractère avec la tempé- » rature, et qui disparoît quand la chaleur est répandue d'une » manière uniforme sur le morceau. »

Si on laisse le bord d'un morceau de verre sur une barre de fer rouge placée horizontalement, et qu'un rayon de lumière polarisée dans une surface plane inclinée de 45° à l'horizon passe au travers, la lumière sera dépolarisée à différens degrés dans les différentes parties du verre. Lorsque la température est rendue uniforme, le morceau de verre perd sa propriété de dépolarisation. Pour prouver qu'une température inégale est nécessaire au développement de cette structure, j'ai tenu un petit morceau de verre dans des tenailles chauffées au feu, dont les extrémités étoient rondes. Il acquit aussitôt la structure dépolarisante, qu'il perdit du moment où la chaleur répandue devint uniforme. Je refroidis alors le verre, et le tins une seconde fois dans les mêmes tenailles, beaucoup plus froides qu'auparavant. La structure dépolarisante lui fut de nouveau communiquée comme précédemment.

J'obtins le même résultat avec 12 morceaux de verre placés sur une barre de fer rouge.

Proposition deuxième.

« Lorsqu'un morceau de verre est amené à une température » uniforme beaucoup au-dessus de celle de l'atmosphère, la » communication de sa chaleur à l'air environnant, ou aux » autres corps plus froids que lui, est marquée par la produc- » tion d'une structure cristalline semblable à celle décrite dans » la Proposition précédente. »

Je pris trois morceaux de glace épaisse de miroir, que j'a-

menai à une température uniforme, en les plongeant dans l'eau bouillante. Dans cet état ils n'exercèrent pas d'action sur la lumière polarisée; mais lorsque leurs bords furent placés sur une masse de fer froid, l'inégalité de la température occasionée par l'abstraction de leur chaleur, produisit une structure cristalline sur chacun des bords des morceaux, qui polarisèrent une teinte d'un blanc bleuâtre du premier ordre. A une distance plus éloignée des bords, les morceaux dépolarisèrent une teinte plus basse dans l'échelle de Newton (1). Lorsque les morceaux sont exposés à l'air, le même effet est produit; mais dans un degré moindre. *Voyez* Proposition quatorzième.

Proposition troisième.

« Lorsque la chaleur est propagée le long d'un morceau de » verre, ses petites parties se combinent de manière à présenter » des axes dépolarisans neutres et distincts, comme tous les cristaux doués de la double réfraction, les axes neutres étant » parallèles et perpendiculaires à la direction dans laquelle la » chaleur est propagée. »

Lorsqu'un rayon de lumière polarisée dans une surface plane inclinée de 45° à l'horizon, passe au travers d'un morceau de verre placé sur un morceau de fer rouge horizontalement posé, il est complètement dépolarisé; mais lorsqu'une surface plane d'une polarisation primitive est parallèle ou perpendiculaire à l'horizon, il ne survient aucun changement sur le rayon polarisé, un effet intermédiaire étant produit dans les positions intermédiaires, comme dans les corps régulièrement cristallisés.

Proposition quatrième.

« Lorsque la structure dépolarisante est communiquée au » verre par la chaleur, de la manière ci-dessus décrite, le verre » acquiert la propriété de distribuer la lumière polarisée dans » ses couleurs complémentaires. »

L'appareil disposé comme dans la Proposition troisième, la

---

(1) On dit qu'une teinte est *plus élevée* qu'une autre, lorsqu'elle appartient à un ordre *plus élevé*, ou qu'elle est à une plus grande distance du noir ou du commencement de l'échelle. Cette explication étoit nécessaire, M. Biot ayant employé ce mot dans le sens opposé.

lumière passera à travers le verre, qui doit être analysé par un prisme de spar calcaire, ou par la réflexion à l'angle polarisant d'un morceau de verre noir, ayant un mouvement de rotation autour du rayon polarisé. Lorsque la surface plane de réflexion du verre noir est perpendiculaire à la surface plane de polarisation primitive, toute la surface du morceau de verre sera couverte de franges belles et hautes en couleur; et lorsque la surface plane fait un mouvement de rotation à 90° de sa position, la surface de verre sera couverte de franges complémentaires, les couleurs passant graduellement d'un état à l'autre durant le mouvement de rotation du verre, de la même manière que dans les corps cristallisés.

La nature et l'intensité de ces teintes sont représentées par les formules suivantes; elles sont les mêmes que celles imaginées par M. Biot pour les corps cristallisés:

$$P = O + E \cos^2 2.a,$$
$$\Pi = E \sin^2 2a.$$

Dans ces formules P représente le pinceau ordinaire et Π le pinceau extraordinaire; O est la teinte colorée qui conserve sa polarisation primitive, et sur laquelle le verre cristallisé n'agit pas; E est la teinte complémentaire, qui a perdu sa polarisation primitive par l'action du verre polarisé dans un angle égal à $2.a$; et a est l'angle vertical que l'axe du plateau forme avec la surface plane de la polarisation primitive.

Proposition cinquième.

« Les franges coloriées mentionnées dans la Proposition précédente, sont composées de six rangées différentes, deux extérieures, deux intérieures et deux aux extrémités. Les rangées extérieures occupent les bords, les rangées intérieures le milieu, et celles aux extrémités, les extrémités du morceau de verre; et chaque rangée est séparée de celle adjacente par une frange d'un noir foncé. »

A mesure que les teintes augmentent en nombre, les franges des extrémités subissent des changemens particuliers, dont nous donnerons la description dans la seconde partie de ce Mémoire.

Lorsque le morceau de verre s'étend au-delà du fer chaud, les franges des extrémités ne sont pas produites.

Proposition sixième.

« Explication du développement successif et de l'extinction » subséquente des franges pendant la propagation de la chaleur » le long du morceau de verre. »

Lorsque le morceau de verre est placé sur le fer chaud, une frange ou ondulation d'un blanc pâle paroît à l'instant, et avance graduellement sur le verre, en chassant devant elle une ondulation sombre et indéfinie. A peu près dans le même instant, s'avance du bord supérieur une ondulation semblable, mais d'un blanc plus foible, qui chasse aussi devant elle une pareille ondulation terne et indéfinie. Bientôt après une autre frange blanche délayée se montre vers le centre, en s'avançant vers les bords. Les ondulations de lumière blanche qui ont leur origine aux bords du morceau, et celles qui viennent joindre les ondulations du milieu, condensent les ondulations ternes et indéfinies en deux franges noires. Une ondulation d'un jaune foible paroît ensuite, empiétant graduellement sur la blanche; elle est suivie de teintes orange et rouge, qui complètent le premier ordre de couleurs de l'échelle de Newton. Les couleurs du second ordre avancent successivement, et la même chose a lieu à l'égard de tous les ordres supérieurs; en sorte que trois, quatre et quelquefois même neuf ou dix ordres de couleurs se montrent distinctement. Lorsque la couleur verte du second ordre paroît sur un bord, une ondulation jaune du premier ordre se voit sur l'autre, s'avançant sur le morceau; elle est suivie de teintes orange, rouge, pourpre, etc.; enfin se montrent plusieurs ordres; auprès, et dans le même temps, une autre ondulation jaune se développe et empiète graduellement des deux côtés sur la frange blanche, mais n'arrive jamais jusqu'aux franges noires. Le jaune devient orange, œillet, pourpre, bleu, vert, etc.; chacune de ces couleurs s'avance vers les franges noires; mais jamais elle ne couvre entièrement la couleur précédente; de manière que de nouvelles franges quelquefois au nombre de six et de huit, se trouvent ainsi formées entre les espaces noirs.

Les franges des extrémités se développent dans le même temps et d'une manière à peu près semblable.

A mesure que la chaleur du fer se répand d'une manière plus uniforme sur le morceau de verre, les franges entre celles noires et les bords diminuent rapidement en nombre et s'effacent

aux franges noires, celles qui restent augmentant toujours en grandeur. Le même effet a lieu vers les bords opposés aux premiers, mais beaucoup plus lentement; en sorte qu'il est un moment où les franges entre les bords opposés sont en aussi grand nombre que celles entre un de ces deux bords et les franges noires. Les deux rangées intérieures diminuent et disparoissent de la même manière, la partie placée sur le fer chaud développant de nouveau toutes ses premières couleurs dans un ordre inverse. On ne voit plus alors que des franges blanches et noires, qui s'effacent graduellement et disparoissent à la fin, lorsque la température du verre devient uniforme.

Proposition septième.

« Les couleurs des franges, dans toutes les six rangées, montent » dans l'échelle de Newton à mesure qu'elles s'éloignent des » espaces noirs, les franges adjacentes à ces espaces étant com- » posées de couleurs du premier ordre. »

La vérité de cette Proposition a pu être sûrement déduite d'une comparaison de ces teintes avec celles comprises dans l'échelle de Newton, ou avec la table des couleurs que j'ai trouvée dans les cercles que développe la topaze lorsqu'elle est exposée à un rayon polarisée. Cependant pour obtenir une preuve plus convaincante, je pris un morceau de sulfate de chaux, qui polarisoit un bleu brillant en premier ordre, et le combinai avec un morceau de verre placé sur un fer chaud. Lorsque l'axe du sulfate de chaux fut parallèle à celui du morceau de verre, le bleu de la seconde frange au-dessous d'une des deux franges noires, devint noir, teinte due à la différeuce de leurs actions; mais lorsque cet axe étoit à angles droits à l'un des bords, la même frange bleue se changeoit en un vert jaunâtre, teinte due à la somme de leurs actions. D'où il suit que le bleu dans la seconde frange au-dessous d'une des deux franges noires, est un bleu du second ordre. J'obtins les mêmes résultats en combinant le sulfate de chaux avec les parties du verre qui produisoient les autres rangées de franges.

J'obtins une autre preuve de la Proposition de la manière suivante. Je pris deux morceaux de verre épais; après les avoir placés sur un fer chaud, comme ci-dessus, j'attendis que toutes les franges eussent disparu, à l'exception de la blanche du premier ordre. Lorsqu'un des morceaux eut été élevé verticalement, de

manière à ce qu'une partie d'un des morceaux fût opposée au centre, les deux franges blanches produisirent une teinte noire. Lorsque le même morceau fut abaissé jusqu'au centre de celui opposé à l'axe de l'autre, la frange blanche au-dessus du premier devint également noire. Cependant elle n'étoit pas aussi noire qu'auparavant, attendu que dans la frange extérieure le blanc est plus brillant que dans celle intérieure. Dans le premier cas, cette supériorité étoit compensée par le refroidissement du verre vers le premier axe, à cause de son élévation au-dessus du fer chaud; au lieu que dans le second cas le refroidissement n'avoit pas affecté la partie intérieure de cet axe. Au contraire, lorsqu'un des morceaux fut tenu de manière à ce que ses franges fussent à angles droits à celles de l'autre, le blanc des franges extérieures de l'un des deux morceaux combiné avec le blanc des franges extérieures de l'autre, produisoit du noir; le blanc des franges intérieures de l'un des morceaux combiné avec celles de l'autre morceau, produisoit du noir; et le blanc des franges intérieures de l'autre morceau combiné avec le blanc des franges extérieures de l'autre morceau, produisoit un blanc plus brillant.

Le résultat de ces combinaisons est de produire une croix noire très-belle et très-régulière. Lorsque les deux morceaux sont de la même largeur, ils polarisent les mêmes teintes, et leurs franges extérieures aux deux bouts sont de la même grandeur. Lorsqu'il survient un changement dans quelques-unes de ces circonstances, la croix change aussi de forme d'une manière dont il est aisé de s'assurer en examinant les franges séparées; mais lorsqu'un des morceaux polarise des teintes plus élevées que l'autre, la croix ne paroît plus. Les franges du morceau qui polarise la teinte la plus élevée, sont bandées depuis leur rectitude longitudinale. Les figures présentées à l'intersection des deux morceaux peuvent toujours être déterminées *à priori*, d'après la connoissance des franges que chaque morceau produit séparément; de manière que la nature des franges séparées et la valeur du changement opéré dans les teintes, se prédira aisément d'après les figures qui sont présentées à la place de l'intersection. Lorque les teintes polarisées par les deux morceaux sont nombreuses et brillantes, les figures intersectionnales sont de la plus grande beauté.

Proposition

Proposition huitième.

« Les parties du morceau de verre qui présentent les deux
» rangées extérieures de franges ont la même structure que cette
» classe de cristaux doués de la réfraction double, qui renferme
» le sulfate de chaux, le quartz, etc., dans lesquels le rayon ex-
» traordinaire est attiré vers l'axe, tandis que les parties de
» verre qui donnent les deux rangées intérieures et terminales,
» ont la même structure que l'autre classe de cristaux doués
» de la double réfraction, qui renferme le spar calcaire, le
» béryl, etc., dans lesquels la déviation du rayon extraordi-
» naire de l'axe est produite par une force répulsive. Les por-
» tions entre celles qui produisent les espaces noirs ont une
» structure intermédiaire, comme les portions de muriate de
» soude, de spar fluor et le diamant, privés de la propriété de
» la double réfraction. »

Pour établir ce singulier résultat, je combinai un morceau de sulfate de chaux qui polarisoit un bleu brillant du second ordre, avec différentes parties de verre qui donnoient les six rangées de franges. Lorsque l'axe du morceau de sulfate de chaux fut parallèle aux franges, le bleu de la seconde frange dans la première rangée extérieure au-dessous de l'espace noir, et le bleu de la seconde frange extérieure au-dessus de l'espace noir supérieur devinrent noirs; mais lorsque l'axe du sulfate de chaux étoit perpendiculaire à la rangée de franges terminales inférieures, le bleu des mêmes franges se changeoit en un vert jaunâtre. Au contraire, lorsque l'axe du morceau de sulfate de chaux étoit perpendiculaire à la rangée de franges précitée, le bleu de la seconde frange de la première rangée intérieure au-dessus de l'espace noir, et le bleu de la seconde frange de la seconde rangée intérieure au-dessous du premier espace noir, se changeoient en noir; mais lorsque l'axe du sulfate de chaux étoit parallèle à l'espace noir et aux franges terminales inférieures, le bleu des mêmes franges se changeoit en un vert jaunâtre. D'où il suit que l'axe des parties de la glace qui forment les rangées extérieures de franges, est un angle droit à l'axe des parties qui forment les rangées extérieures : la seconde expérience exposée dans la Proposition septième donne le même résultat. Puis donc que les mêmes effets que ceux que nous avons décrits proviennent de la combinaison de morceaux cristallisés pris dans les deux classes de

cristaux doués de la double réfraction, comme l'a prouvé M. Biot, nous pouvons regarder les vérités établies dans cette Proposition comme complètement établies.

Coroll. Il suit de cette Proposition qu'un seul morceau de verre cristallisé par la propagation de la chaleur, et exposé à un rayon polarisé, donne la même variété de phénomènes que tous les cristaux dans le règne minéral. Nous avons déjà vu qu'il possède la structure de toutes les trois classes de cristaux doués de la double réfraction; mais les cristaux individuels qui composent ces classes sont distingués les uns des autres par la grandeur de leurs forces polarisantes, et la même variété se fait voir dans les forces polarisantes du verre, dont les parties adjacentes aux franges terminales inférieures ont la structure douée de la plus grande force polarisante, et les parties adjacentes aux deux espaces noirs, la structure douée de la moindre force polarisante.

Proposition neuvième.

« Lorsque la température de la source de la chaleur reste
» la même, l'épaisseur du verre, soit qu'on emploie un ou plu-
» sieurs morceaux qui polarisent quelque couleur particulière
» sous une incidence perpendiculaire, est proportionnée à l'é-
» paisseur de morceaux minces qui ne sont pas cristallisés, et
» qui réfléchiroient la même couleur dans le phénomène des
» cercles coloriés. »

M. Biot a démontré, avec beaucoup d'esprit, que l'épaisseur du sulfate de chaux, du cristal de roche et du spar calcaire qui polarisent une couleur particulière, est proportionnée à l'épaisseur des morceaux non cristallisés qui réfléchissent cette couleur. C'étoit un motif de croire que la même loi régleroit les phénomènes que le verre échauffé présente.

Je pris plusieurs morceaux de verre de diverse épaisseur, depuis le verre d'Allemagne le plus mince, d'environ $\frac{1}{25}$ de pouce d'épaisseur, jusqu'à $\frac{1}{4}$ de pouce, et les ayant placés tous sur un morceau de fer rouge, je trouvai que le nombre d'ordres de couleurs qui se développèrent approchoit beaucoup de l'épaisseur du verre. Néanmoins, comme ces morceaux n'avoient pas la même composition chimique, j'employai plusieurs morceaux de glace de miroir taillés dans la même pièce; j'en plaçai un sur le fer rouge, et signalai la teinte particulière qu'il polarisa dans le premier ordre de l'échelle de Newton.

Après avoir placé tous les morceaux en même temps sur le fer chaud, je les pris les uns après les autres et les joignis au premier. Les teintes qui furent ainsi produites montèrent dans l'ordre des couleurs à mesure que le nombre des morceaux augmentoit, et furent toujours comme si elles eussent appartenu à une épaisseur prise dans la proportion au nombre existant dans la troisième colonne de l'échelle de Newton.

Par exemple, lorsqu'un morceau polarisoit au centre un jaune du premier ordre, deux morceaux donnoient un indigo du second ordre, trois un rouge du second ordre, quatre un vert du troisième ordre, cinq un rouge bleuâtre du troisième ordre, et six un vert jaunâtre du quatrième ordre. Maintenant les nombres représentant ces teintes dans l'échelle de Newton, sont à peu près 4, 8, 12, 16, 20, 24, et ceux de l'épaisseur correspondante sont 1, 2, 3, 4, 5, 6. Je fis beaucoup d'autres expériences qui toutes eurent le même résultat.

Proposition dixième.

« Si un certain nombre de morceaux de verre de la même forme » et de la même composition chimique, mais de différentes épais- » seurs, sont placés sur un fer chaud ; si ensuite deux ou plusieurs » morceaux sont combinés symétriquement, c'est-à-dire avec » leurs bords inférieurs coïncidens, la couleur polarisée dans » une partie quelconque sera la même que celle qui auroit été » polarisée par un seul morceau ayant une épaisseur égale à la » somme de l'épaisseur des morceaux ; mais si les morceaux » sont placés transversalement, ou avec leurs bords inférieurs à » angles droits l'un de l'autre, la couleur polarisée vers ces parties » du verre qui sont situées de la même manière eu égard aux » espaces noirs, est la même que celle qui auroit été polarisée » par un seul morceau, dont l'épaisseur est égale à la différence » de l'épaisseur de deux morceaux transversaux, ou systèmes » de morceaux. »

Je pris deux morceaux de glace de miroir de différente épaisseur, mais à peu près de la même couleur ; après les avoir coupés en morceaux rectangulaires égaux, je trouvai que trois de l'un avoient la même épaisseur que cinq de l'autre.

Ces deux morceaux furent placés sur le fer chaud, et une parcelle donna les mêmes teintes que l'autre dans les franges extérieure et intérieure.

Pour prouver la seconde partie de la Proposition, je pris trois parcelles, une de deux morceaux, une autre de quatre et une troisième de six; tous avoient été taillés dans le même miroir. Je plaçai ces différentes parcelles sur le fer chaud, et lorsque les couleurs furent parfaitement développées, je maintins le système de quatre morceaux dans une position transversale au système de six morceaux. Une large frange de lumière bleue du second ordre parut à l'intersection des lignes du centre. La même couleur fut polarisée par le système de deux morceaux, dont l'épaisseur réunie étoit égale à la différence de l'épaisseur des parcelles transversales. *Voyez* la Proposition quinzième.

Proposition onzième.

« Le nombre et la forme des morceaux restant les mêmes, » les teintes qui sont polarisées à la ligne centrale et aux bords » supérieurs et inférieurs montent dans l'échelle de Newton, á » mesure que la température de la source de la chaleur aug- » mente. »

Je pris un morceau épais de glace de miroir de 6,9 pouces de long sur 2,27 pouces de haut et 0,163 pouces d'épaisseur, et l'ayant placé sur un fer chaud qui paroissoit rouge, je trouvai qu'il polarisoit le vert du second ordre dans la première rangée extérieure des franges, et la plus grande partie du blanc du premier ordre dans la seconde rangée extérieure des franges. Lorsque la chaleur eut perdu de son intensité, le même morceau polarisa le vert du troisième ordre dans la première rangée extérieure des franges.

Lorsque 15 morceaux de glace de miroir furent placés au haut d'un vase d'étain rempli d'eau, à une température de 190° Fahr., ils polarisèrent un vert du second ordre : l'épaisseur réunie de ces morceaux étoit d'un pouce et $\frac{1}{7}$.

Lorsque la chaleur de ma main eut été communiquée à 11 morceaux de verre d'Allemagne, ils polarisèrent le bleu du premier ordre, et donnèrent distinctement les deux espaces noirs: la température de la chambre, pendant ces expériences, étoit de 64°. Un morceau de verre d'Allemagne d'environ 0,28 de pouce d'épaisseur, donna les espaces noirs et les franges d'un blanc bleuâtre par la seule chaleur de la main.

Les résultats précédens ne sont ni en assez grand nombre, ni assez exacts pour me mettre en état de déterminer le rapport

existant entre l'épaisseur correspondante à la teinte la plus élevée et la température de la source de la chaleur. Cependant je fais dans ce moment travailler à un appareil au moyen duquel il me sera facile de constater ce rapport, en obtenant différentes températures de l'huile échauffée ou du mercure. *Voyez* Section deuxième.

Proposition douzième.

« Le nombre et la forme des morceaux de verre et la tempéra-
» ture de la source de la chaleur restant les mêmes, la grandeur
» des franges de la première rangée extérieure est soumise à
» la loi de la décroissance de la température dans la partie du
» verre qui les produit. L'ordre le plus élevé des couleurs est
» toujours développé à l'endroit où la température est au *maxi-*
» *mum*, et les teintes descendent dans l'échelle à mesure que
» la température diminue. »

Il ne m'a pas été possible de déterminer exactement le rapport entre l'épaisseur correspondante aux teintes polarisées à différentes distances de la source de la chaleur et la température du verre aux mêmes points; mais en prenant la loi la plus probable du décroissement de la température, et en la comparant avec la grandeur des franges, il y a tout lieu de croire que l'épaisseur est à peu près dans la proportion de la température.

Les teintes polarisées à différentes parties du morceau de verre seront représentées par quelques lignes courbes qui coupent l'axe vers les points neutres. Elles arrivent à leur *maximum* aux deux extrémités où elles ont le même caractère, et aussi à l'espace noir supérieur où elles ont un caractère différent, et elles disparoissent aux points correspondant aux espaces noirs.

Proposition treizième.

« Le bord supérieur du morceau qui polarise la teinte la plus
» élevée dans la seconde rangée extérieure de franges n'a pas
» reçu une accession sensible de chaleur, et les parties centrales
» du morceau qui forment les deux rangées intérieures de franges
» n'exhibent point une variation de température jointe aux cou-
» leurs qu'elles polarisent. Lorsque le nombre et la forme des
» morceaux de verre et la température de la source de la chaleur
» restent les mêmes, la grandeur de ces trois rangées de franges

» est soumise à la loi du décroissement de température à la
» partie du verre qui produit la première rangée extérieure. »

On verra, d'après les expériences présentées dans une Proposition subséquente, que la structure dépolarisante est communiquée au bord supérieur du morceau de verre, lors même qu'il a 2, 4, 5, 6 et 7 pouces de haut. Dans quelques-uns de ces cas, le bord de verre a la même température que l'air ambiant, quoique la chaleur nécessaire pour produire la même frange à la partie inférieure du morceau, soit beaucoup plus grande que celle de l'eau bouillante.

En répandant sur la surface du morceau un petit filet d'huile de maïs, qui se liquéfie à un léger degré de chaleur, je fus à même de vérifier qu'il n'y avoit pas une variation particulière de température unie aux teintes qui furent polarisées par les trois rangées de franges mentionnées dans la Proposition.

Dans tous les cas, le nombre de franges dans ces rangées augmentoit et diminuoit avec le nombre dans la première rangée extérieure. Leur largeur varioit aussi avec la largeur des franges de la première rangée extérieure, et conséquemment étoit soumise à la loi du décroissement de température dans cette partie du verre.

Scholie.

La vérité contenue dans la Proposition précédente sera sans doute regardée par les philosophes comme un des faits les plus extraordinaires qui se rencontre dans la Physique. La production d'une structure cristalline dans la partie du verre adjacente au fer chaud, quoiqu'une propriété intéressante de la chaleur rayonnante, n'est, sous aucun rapport, contraire aux notions reçues. Mais la communication de la même structure au bord éloigné du verre, où la chaleur n'est pas sensible, et où les forces corpusculaires qui unissent les parcelles ne sont point affoiblies par une approximation quelconque de fluidité, et l'existence d'une structure opposée au milieu du verre, se développant d'elle-même sur les deux côtés d'une ligne centrale, sont des résultats auxquels nous ne trouvons rien d'analogue que dans les phénomènes embarrassans de la polarité électrique et magnétique.

Proposition quatorzième.

« Lorsqu'un morceau de verre chauffé uniformément, et ayant
» une température considérablement au-dessus de celle de l'at-

» mosphère, reçoit en refroidissant une structure cristalline,
» ainsi qu'il est décrit dans la deuxième Proposition, les parties
» qui produisent les quatre rangées de franges ont chacune
» une structure opposée à celle qu'elles avoient lorsque le mor-
» ceau étoit cristallisé par l'introduction de la chaleur extérieure;
» c'est-à-dire que les parties de verre qui donnent les deux rangées
» extérieures de franges ont la même structure que la classe
» de cristaux doués de la double réfraction, dans lesquels le
» rayon extraordinaire est repoussé de l'axe; et les parties qui
» forment les deux rangées intérieures de franges ont la même
» structure que la classe dans laquelle le rayon extraordinaire
» est attiré vers l'axe. »

Je pris 12 morceaux de glace de miroir, que je chauffai uniformément, en plaçant successivement leurs côtés et leurs bords sur une barre de fer chaud. Après m'être assuré, en les exposant à un rayon polarisé, qu'ils n'avoient pas d'action sur la lumière, je les plaçai avec leurs bords sur un fer froid, de manière qu'ils présentassent les franges blanches des quatre différentes rangées. Lorsque l'axe d'un morceau de sulfate de chaux, qui polarisoit un bleu du second ordre, fut placé à angles droits à la direction des franges, le blanc des deux rangées extérieures se changea en un rouge brunâtre, et le blanc des deux rangées intérieures en un vert clair. Ce changement eut lieu lorsque l'axe du sulfate de chaux étoit incident à la direction des franges. Lorsque les quatre franges blanches furent produites, en plaçant le verre sur un fer chaud, tous ces phénomènes furent le contraire; la teinte verte se montra au lieu du rouge brunâtre, et le rouge brunâtre au lieu du vert.

J'obtins le même résultat en combinant des morceaux de verre cristallisé de ces deux manières différentes.

Pour obtenir une température encore plus uniforme, je pris une parcelle de 15 morceaux de verre d'Allemagne, que je suspendis dans un vase d'eau bouillante, à quelque distance du fond. Aussitôt qu'ils eurent acquis la température de l'eau, je les enlevai et les plaçai avec leurs bords sur un fer froid. Les espaces noirs, ainsi que les franges, parurent immédiatement, et une teinte jaune se montra au milieu des franges intérieures. Les franges intérieures avoient les mêmes propriétés que les franges extérieures décrites dans la Proposition huitième, *et vice versâ*. Cette expérience fut souvent répétée avec le même résultat.

Nous appellerons *séries inusitées* de franges, les franges produites de cette manière, par opposition aux *séries usitées*, ou

à celles produites en plaçant le verre froid sur un fer chaud.

Je fus alors curieux d'observer les phénomènes qui se présenteroient en conduisant la *série inusitée* de franges sur une parcelle de morceaux déjà douée de la *série usitée*. Pour l'effectuer, je plaçai la parcelle de 15 morceaux de verre précitée, avec leurs bords, au fond d'un vase rempli d'eau bouillante.

Le fond du vase étant très-chaud, communiqua à la parcelle de morceaux la *série usuelle* de franges, à peu près comme une barre de fer rouge. Lorsque la parcelle fut enlevée et placée sur un fer froid, on aperçut distinctement la *série usitée* de franges; mais au bout de quelques secondes elle disparut par degrés, et fut remplacée par la *série inusitée*, qui s'avançoit des bords, et étoit occasionnée par le refroidissement des morceaux. La lutte entre les franges qui s'avançoient et celles qui se retiroient, offroit quelque chose de curieux. Avant que la série usitée de franges eût disparu, les franges extérieures devinrent plus larges, tandis que celles du milieu diminuoient par degrés. Les deux espaces noirs se montrèrent au milieu du morceau, formant un espace obscur, large et indéfini, et l'on aperçut la série nouvelle, ou inusitée, s'avançant des bords du verre. Dans ce moment parurent au milieu du morceau deux espaces blancs et deux autres extérieurs; mais un des espaces blancs du milieu disparut bientôt, et la série inusitée se développa promptement.

Si les morceaux de verre qui exhibent les franges usitées sont enlevés du fer chaud et qu'on les mette refroidir à l'air, les franges s'évanouiront par degrés, comme nous l'avons décrit dans la Proposition sixième. Mais aussitôt qu'elles disparoissent, ou peu de temps auparavant, les rangées opposées commencent à s'avancer sur le morceau, de la manière ci-dessus décrite.

Proposition quinzième.

« Lorsque les franges semblables des séries usitées et inusitées
» sont combinées avec symétrie, la teinte polarisée est celle qui
» est due à la différence de l'épaisseur; mais lorsqu'elles sont
» combinées transversalement, la teinte est celle qui est due à la
» somme de l'épaisseur des morceaux. Lorsque des franges dis-
» semblables des deux séries sont combinées avec symétrie, la
» teinte polarisée est celle qui est due à la somme de l'épaisseur;
» mais lorsqu'elles sont combinées transversalement, la teinte
» polarisée est celle qui est due à la différence de l'épaisseur qui
» les produit.

La

La vérité précédente fut établie par la combinaison de 15 morceaux de verre d'Allemagne qui avoient subi la chaleur de l'eau bouillante, avec celles produites par un morceau de verre placé sur un fer chaud.

Scholie.

Les phénomènes décrits dans cette Proposition sont les mêmes que ceux produits en croisant les morceaux des deux classes de cristaux doués de la double réfraction : les premiers sont néanmoins beaucoup plus beaux que les derniers.

Proposition seizième.

« Pour exposer les effets produits sur les franges en variant » la hauteur des morceaux de verre. »

Pour observer les changemens occasionnés par l'accroissement de la hauteur des morceaux, j'employai des morceaux de verre dont la hauteur varioit depuis 0,18 d'un pouce jusqu'à 8 pouces. Lorsque la hauteur est très-petite et pas au-dessus de 2 pouces, les espaces noirs occupent à peu près une position à égale distance des lignes terminales inférieures et supérieures. Les franges sont donc très-petites, en raison de ce qu'elles doivent toujours diminuer avec la hauteur; mais elles sont d'un brillant remarquable, et offrent la plus grande beauté dans leur développement.

Comme les morceaux élevés se brisent toujours lorsque la teinte est arrivée à son *maximum*, je fus obligé d'employer des morceaux de verre de vitre commun; mais à cause de sa couleur d'un vert foncé, il me fut impossible d'examiner les phénomènes avec beaucoup de satisfaction. Quand on fait usage de parcelles de ces larges morceaux, il faut s'en servir avec la plus grande précaution, car on est presque sûr d'en voir quelques-uns se briser durant l'expérience.

Proposition dix-septième.

« Explication de l'effet produit sur les franges en variant la » forme des morceaux de verre. »

Proposition dix-huitième.

« Explication des effets produits sur les franges par une solu» tion de continuité dans le verre. »

Si la seconde rangée extérieure et les deux rangées intérieures de franges sont occasionnées par la communication actuelle de la chaleur aux parties du verre qui les produisent, il y a tout lieu de croire qu'elles ne seroient pas affectées par une solution de continuité quelconque dans le verre qui n'arrête pas les progrès de la chaleur. A cet effet, je rompris par le milieu un morceau de verre, et ayant obtenu une fracture nette, je plaçai le morceau d'en haut sur celui plus bas. Ce morceau composé fut mis sur un fer chaud; mais il n'y eut pas d'effet produit sur le morceau supérieur, les franges se développant d'elles-mêmes. Lorsque la chaleur fut presqu'uniformément répandue, on vit paroître de foibles traces de franges blanches. J'obtins le même résultat lorsque les deux morceaux furent joints par l'interposition de l'eau, du beaume de Canada ou de la résine.

Je pris, dans cette circonstance, un morceau de verre interrompu par une fente ou fêlure qui s'étendoit un peu dans le morceau. Lorsque la chaleur eut été communiquée à son bord inférieur, on aperçut les franges comme si la fêlure n'eût pas existé, et la lumière blanche polarisée parut condensée comme un fluide s'élançant autour du point du milieu. Cependant la fêlure s'étendit subitement; le morceau supérieur du verre se détacha avec violence de celui inférieur, et une frange noire se montra à l'instant au-dessous du nouveau bord, comme si la partie supérieure du verre n'eût jamais été en contact avec la partie inférieure. Dans une autre expérience, suivie du même résultat, la structure cristalline au-dessus de la fêlure disparut, quoique les deux morceaux de verre restassent encore adhérens. La fêlure placée verticalement, le même effet eut lieu, comme si les deux morceaux avoient été séparés, et je n'y aperçus aucun changement après qu'ils eurent été collés avec du beaume de Canada.

Au lieu de fêlures je substituai des rainures profondes qui traversoient le verre. Je plaçai sur le fer chaud un morceau épais qui avoit une rainure horizontale s'étendant de l'un à l'autre bord. Les franges blanches parurent imparfaitement au-dessus de la rainure, et au-dessous de celle-ci une ondulation noirâtre indéfinie, comme si quelque fluide avoit été obstrué dans son passage à travers un canal étroit. Il est assez probable que cette ondulation noirâtre fut occasionnée par la combinaison de deux franges blanches de différentes rangées : le morceau ayant éclaté dans la direction de la rainure, ne m'a pas permis de pousser plus loin l'examen de ces phénomènes.

Je pris ensuite un morceau de verre qui avoit un diamant taillé dans le milieu, où parurent les franges blanches intérieures. Ayant cassé ce morceau en deux, une frange noire s'éleva à l'instant, et le morceau déploya toutes les rangées intérieures de franges sans recevoir aucun supplément de chaleur.

J'essayai alors de joindre les deux surfaces séparées, en les plaçant l'une sur l'autre; mais je ne pus pas parvenir à les faire agir sur la lumière comme un simple morceau. Cependant la méthode suivante me mit à même de surmonter la difficulté et d'obtenir quelques nouveaux résultats.

Je pris un morceau de verre d'Allemagne huilé, d'environ 0,42 d'épaisseur sur 0,5 de large; après y avoir fait une entaille avec une lime, je l'appliquai à un fer chaud, qui produisit à l'instant une fêlure. Toute la lumière incidente fut interceptée par la réflexion totale qui fut produite. Au bout d'une heure cette fêlure commença à disparoître, et dans le courant d'une journée je la trouvai aussi complètement fermée que si elle n'avoit jamais existé. La fêlure étoit souvent reproduite par un fer chaud, et se fermoit régulièrement, excepté lorsque l'effet expansif de la chaleur séparoit les surfaces à une trop grande distance. Quelquefois elle se fermoit au bout de quelques secondes, et quelquefois j'étois obligé d'employer une légère pression mécanique pour opérer la réunion. Lorsque la fêlure étoit ouverte, je mis le verre sur un fer chaud, et il produisit promptement des franges; mais lorsqu'elle étoit fermée, et le verre placé sur le fer chaud, elle donna différentes rangées de franges, comme s'il ne s'y fût pas trouvée de solution de continuité.

Maintenant il est clair que ces deux morceaux, quoique paroissant se toucher, ne sont pas physiquement en contact l'un avec l'autre, ou dans le même état où ils étoient avant la fêlure. Si l'on fait plusieurs autres entailles au verre avec une lime, il se cassera toujours à l'endroit de la fêlure; ce qui prouve que la force de cohésion a été affoiblie, et que les surfaces, quoique opticalement en contact, sont physiquement à une certaine distance l'une de l'autre. La cristallisation du solide, comme s'il étoit continu, forme une belle analogie avec ce fait intéressant du magnétisme, dans lequel deux barres pressées ensemble à leurs extrémités, peuvent être magnétisées comme si elles n'avoient formées qu'une seule barre, et donneront un point neutre à l'endroit de leur jonction.

Proposition dix-neuvième.

« Lorsque la chaleur est propagée du centre d'un morceau
» de verre dans les lignes radieuses, toutes les franges, ainsi que
» les espaces noirs, forment des cercles concentriques, et quatre
» espaces noirs radieux à angles droits l'un de l'autre, divergent
» du centre dans des directions parallèles et perpendiculaires
» à la surface plane de la polarisation primitive. »

Je pris un large morceau de verre et j'appliquai à son centre une boule de fer chaud. Les quatre lignes radieuses noires parurent distinctement divergentes l'une de l'autre à angles droits; mais les deux espaces noirs concentriques se développèrent indistinctement. Je voulois ensuite percer un trou au centre du morceau, et y mettre une boule rougie au feu; mais ayant découvert une méthode bien meilleure d'obtenir des franges circulaires, dont je parlerai dans la Section suivante, je ne poussai pas plus loin l'expérience renfermée dans cette Proposition.

Supposons huit morceaux de verre égaux placés sur des barres octogones de fer chaud, les espaces noirs et les franges auront aussi une forme octogone, indépendamment des effets qui ont lieu aux extrémités des morceaux. Maintenant, si la lumière polarisée dans une surface plane inclinée de 45° à l'horizon, est transmise à travers ce système de morceaux, on verra distinctement les franges dans quatre morceaux, parce que leurs axes dépolarisans sont tous coïncidens avec la surface plane de polarisation primitive; mais on ne verra pas de franges dans les quatre autres morceaux, attendu que leurs axes dépolarisans sont inclinés de 45° à la surface plane de polarisation. Si ce système de morceaux tourne maintenant autour du centre, chacun d'eux donnera ses franges en venant dans la position des quatre premiers morceaux. Ces franges disparoîtront graduellement durant le mouvement des derniers morceaux, ou elles cesseront d'être visibles.

Supposons maintenant le fer chaud appliqué au centre d'un morceau circulaire de verre, les espaces noirs auront sensiblement une forme circulaire; et comme l'axe neutre de chaque morceau élémentaire, dans lequel nous pouvons supposer le morceau de verre divisé, est dirigé vers l'axe du centre, les positions obscures seront encore les bords du morceau, et conséquemment on y verra une croix noire ayant ses branches inclinées

à 45° de l'horizon. Cette croix restera dans la même position durant la rotation du morceau vers son centre, chaque morceau élémentaire perdant sa force dépolarisante lorsqu'il vient dans les lignes aux bords extérieurs et du centre.

Proposition vingtième.

« Lorsque la chaleur provient de deux sources différentes en » contact avec les bords opposés d'un morceau de verre, les dif- » férentes rangées de franges conservent le même caractère, » l'unique effet de la chaleur additionnelle étant de polariser » les teintes plus élevées dans les différentes rangées de franges. »

Je plaçai 12 morceaux de verre de vitre sur un fer chaud, et lorsque les différentes rangées de franges furent distinctement visibles, je tins une autre barre de fer chaud en contact avec leurs bords supérieurs, et j'observai que les teintes plus élevées se polarisèrent dans toutes les quatre rangées de franges. Cependant plusieurs morceaux éclatèrent avec une grande violence, de manière qu'il me fut impossible de voir les phénomènes qui eurent lieu lorsque la diffusion de la chaleur devint plus uniforme.

Proposition vingt-unième.

« Lorsque la chaleur est propagée à travers le spar calcaire, » le cristal de roche, la topaze, le béryl, l'agate et les autres » minéraux doués de la propriété de la double réfraction, aucun » changement optique n'a lieu dans leur structure. »

La plus grande chaleur que j'aie pu appliquer aux cristaux doués de la double réfraction, ne produisit aucun changement, soit dans leur action sur la lumière, soit lorsque la chaleur fut propagée dans la direction de leurs axes neutres ou de leurs axes dépolarisans. Ces cristaux paroissent être dans l'état de barres d'acier saturées de magnétisme, qui ne peuvent pas acquérir aucune imprégnation additionnelle : étant déjà dans un état de cristallisation parfaite, ils ne sont pas susceptibles de recevoir de la chaleur aucune addition à leur structure cristalline.

Proposition vingt-deuxième.

« Lorsque la chaleur est propagée à travers le muriate de » soude, le spar fluor, l'obsidienne, la semi-opale, et d'autres mi-

» néraux qui n'ont pas la propriété de la double réfraction, ils » donnent les mêmes phénomènes que le verre échauffé. »

Une masse de muriate de soude placée sur un fer chaud donna un jaune du premier ordre dans les franges externes et internes. Le spar fluor fut très-légèrement affecté; la semi-opale éprouva un changement plus grand; et l'obsidienne développa les franges aussi aisément que le verre. Un morceau d'obsidienne singulièrement transparent, et d'environ $\frac{1}{7}$ de pouce d'épaisseur, possédoit naturellement les franges produites par la chaleur; il doit donc avoir été formé par une fusion ignée. Cet échantillon, que je tiens de M. Sirwright, avoit été taillé dans une masse ronde, et conservoit ses contours originels: il étoit probablement de la première variété décrite par sir George Mackensie (1).

La résine, la gomme copal, la corne, l'ambre, l'écaille de tortue, le ligament durci de la *chama gigantea* (2), et diverses autres substances, tant du règne animal que du règne végétal, reçoivent une nouvelle structure pendant la propagation de la chaleur.

---

(1) Sir George Mackensie a observé qu'il y a deux variétés très-distinctes d'obsidienne, une desquelles transmet la lumière lorsqu'elle est taillée en lames minces, et néanmoins elle paroît rarement être d'une transparence uniforme. Cette variété à une température beaucoup au-dessous de celle qui peut être excitée par un feu ordinaire à l'aide du souffle, se gonfle et se change en pierre ponce par le développement d'un gaz fluide, que sir George Mackensie et et le docteur John Davy ont tenté inutilement de recueillir. Durant l'expérience, l'odeur d'acide nitrique étoit très-sensible. L'autre variété est plus dense, d'un noir plus foncé, et rarement transparente aux bords des fragmens minces. Elle ne s'enfle pas par l'application de la chaleur; plus intense que celle qui change l'autre variété en pierre ponce. A cet égard, un habile analyseur rendroit un service essentiel à la Minéralogie, en examinant les deux variétés, et en comparant l'analyse de la pierre ponce avec celle provenant de la première variété.

(2) Je dois cette curieuse substance au docteur Francis Buchanan, de la Société Royale; elle est dure et transparente, et d'une aussi belle couleur que l'ambre.

(*La suite au Cahier prochain.*)

RECHERCHES
SUR LA RESPIRATION DES PLANTES EXPOSÉES A LA LUMIÈRE DU SOLEIL;

Par M. RUHLAND.

M. de Saussure, dans son excellent Ouvrage sur la respiration des Plantes, a trouvé que la plupart des plantes exposées dans l'obscurité au gaz oxigène pur, en absorbent une partie et forment en même temps un volume d'acide carbonique moindre que celui du gaz oxigène absorbé, tandis que quelques autres plantes, surtout de la classe des plantes grasses, diminuent leur atmosphère de gaz oxigène, sans exhaler une quantité notable d'acide carbonique, du moins pendant les premiers jours de l'expérience.

Lorsque de cette manière les plantes se sont saturées de gaz oxigène, et qu'on les expose à la lumière du soleil, elles rendent le gaz qu'elles avoient inspiré, et on trouve que la quantité de gaz qu'elles exhalent dans ce cas là, est peu différente de celle qu'elles avoient inspirée à l'obscurité. Si l'atmosphère qui entoure les plantes pendant la nuit, au lieu de consister en gaz oxigène ou en air atmosphérique, est du gaz azote pur, les plantes rendues à l'influence du soleil exhalent un volume d'air qui égale à peine leur propre volume, tandis que d'autres plantes, qui avoient passé la nuit dans un air respirable, en exhaloient les $\frac{6}{7}$e de leur volume; aussi les branches qui étoient exposées à ces expériences mouroient en peu de jours, tandis que les dernières se conservoient pendant plusieurs mois. De sorte que toutes les observations s'accordoient à prouver que l'exhalation de gaz oxigène par les plantes exposées au soleil, est dans un rapport intime avec l'inspiration de ce gaz pendant la nuit, et qu'une de ces actions est l'opposée de l'autre.

En se tenant à ces résultats, on s'attendra que M. de Saussure se sera arrêté à la conclusion, que tout le gaz oxigène que les

parties vertes des plantes exhalent lorsqu'elles sont exposées à la lumière du soleil, ne provient nullement de la décomposition de l'acide carbonique, mais plutôt de l'absorption de ce même gaz que ces plantes avoient effectuée pendant la nuit; mais d'autres expériences, dans lesquelles les plantes se trouvoient en contact avec l'air atmosphérique mêlé avec de l'acide carbonique, donnoient des résultats plus favorables à la théorie ancienne.

Lorsque ce célèbre chimiste enfermoit des plantes dans des ballons remplis d'air atmosphérique et de $\frac{1}{12}$ d'acide carbonique, et qu'il les exposoit à la lumière, elles firent disparoître une plus ou moins grande partie d'acide carbonique, et elles formèrent, au lieu de cet acide, une quantité d'oxigène, qui se monta, dans la plupart des expériences, au $\frac{2}{3}$ du volume de l'acide carbonique absorbé. Il paroît donc qu'une partie de l'acide carbonique a été décomposée, tandis qu'une autre partie en a été absorbée, puisque la quantité du gaz oxigène exhalé n'égale pas, comme cela devoit être, la quantité de l'acide carbonique disparu, et c'est aussi réellement le sentiment de M. de Saussure; mais ce fait s'explique tout aussi bien par la supposition que tout l'acide carbonique disparu est seulement absorbé par les plantes et retenu dans leurs vases, et que le gaz oxigène, au lieu de provenir de la décomposition de l'acide carbonique, s'est plutôt déjà trouvé dans les feuilles avant qu'elles aient été exposées à l'expérience; et cette explication a d'autant plus de vraisemblance, qu'elle est entièrement d'accord avec les autres expériences de M. de Saussure, où les plantes se trouvoient dans du gaz oxigène ou dans de l'air atmosphérique sans mélange d'acide carbonique.

Si des corps inorganiques éprouvent des changemens chimiques apparens ou véritables lorsqu'ils sont mis en rapport avec des corps organiques, et qu'on est en état de les expliquer sans avoir recours à l'hypothèse de la décomposition de ces premiers par ces derniers, on fera sans doute toujours mieux de se tenir à cette explication, surtout si ces corps forment des combinaisons très-intimes, telles que l'acide carbonique; car l'expérience ne nous fournit point d'exemples que les corps organiques soient en état de décomposer des corps du règne minéral, à moins qu'ils n'agissent sur eux pendant un long espace de temps, tandis que, dans ce cas là, les feuilles donnent de l'air presque aussitôt qu'elles sont exposées à l'influence du soleil, où par conséquent

cette

cette décomposition de l'acide carbonique devoit déjà avoir lieu, et avec une rapidité comme nous aurions bien de la peine à l'effectuer dans nos fourneaux, moyennant une chaleur violente. D'un autre côté, on n'a pas le droit, puisque le mucilage, l'amidon et autres parties des corps organiques contiennent du carbone, de conclure que ce carbone même, en état pur, tel qu'il se trouve dans l'acide carbonique, soit tout aussi bien propre à servir de nourriture aux plantes, comme on prétend que le carbone se sépare dans le parenchyme des feuilles du gaz oxigène de l'acide carbonique, pour se joindre à la substance de la plante, en formant ainsi une partie de sa nourriture.

S'il est donc bien prouvé que dans une atmosphère qui contient une plus ou moins grande quantité d'acide carbonique, la même plante donne plus de gaz oxigène que dans une autre qui en est dépourvu, cela ne prouve autre chose, sinon que la présence de l'acide carbonique est favorable et avantageuse à la végétation; et cette manière de regarder ce phénomène gagne encore plus de vraisemblance par les propres observations de M. de Saussure, d'après lesquelles ce même acide carbonique, qui favorise la production du gaz oxigène par les feuilles présentées à l'influence de la lumière du soleil, en effectue tout le contraire à l'obscurité, où il augmente l'absorption du gaz oxigène; expériences que j'ai répétées avec le même succès sur plusieurs sortes de plantes. Et si l'on vouloit former une objection de ce que le carbone est augmenté dans des plantes qui ont végété dans une atmosphère qui contient de l'acide carbonique, on répondroit, avec la même raison, que si l'acide carbonique est généralement favorable à la végétation, il favorise peut-être aussi ce changement intérieur dans les élémens de la plante, au moyen duquel elle est mise en état de donner, à l'analyse, plus de carbone; aussi ignorons-nous entièrement, en analysant une plante, si le carbone que nous en retirons s'y est déjà trouvé en nature, ou s'il y étoit sous forme d'acide carbonique, et que la réduction n'est due qu'à l'analyse à laquelle la plante a été soumise.

Heureusement il y a encore des expériences qui promettoient de devenir d'un grand poids pour l'une ou l'autre manière d'envisager cette action remarquable de la végétation; car si d'autres acides, ajoutés en différentes proportions à l'atmosphère des plantes, les mettoient aussi en état de donner un air oxigéné, on ne pourroit plus attribuer à la décomposition de l'acide carbonique

ce qui se trouvoit alors être une propriété générale des acides. Or, M. Senebier a réellement déjà soumis à l'expérience plusieurs acides des règnes minéral et végétal; mais il est d'autant plus à plaindre, que les chimistes qui sont venus après lui se sont laissé détourner de cet examen par les résultats négatifs qu'il a obtenus; que les observations suivantes feront voir que, si M. Senebier n'a pas réussi, cela doit être seulement attribué à la circonstance que la quantité de l'acide qu'il avoit mêlé à l'eau dans laquelle se trouvoient ces feuilles, a été de beaucoup trop grande, de sorte qu'il les a fait souffrir; aussi dit-il lui-même que les feuilles soumises à l'expérience avoient jauni et avoient été trouvées gâtées.

Comme on ne pouvoit guère employer ces acides sous forme gazeuse, j'ai plongé les feuilles dans des verres cylindriques remplis d'eau et fermés avec du mercure. Chaque fois j'ai soigneusement choisi les feuilles ou branches qui devoient être soumises à l'examen, et j'ai rejété toutes celles qui avoient les moindres taches et qui paroissoient très-différentes en âge et en grandeur. Leur volume étoit la moitié de celui de l'eau, et pour toutes les expériences comparatives, j'ai pris la même quantité en poids. Dans les cas, qu'il n'est pas indiqué exprès, le poids de la liqueur mêlée à l'eau a fait $\frac{1}{6000}$ de celle-ci. Aussitôt que le soleil quitta l'endroit où les feuilles étoient placées, on les a examinées pour voir si elles n'avoient point souffert; ensuite on a lavé l'air restant avec de l'eau de chaux, et analysé le reste avec le sulfure de potasse.

Des feuilles de *sambucus nigra*, exposées de cette manière au soleil pendant 5 heures, donnoient:

Le 24 août.

Dans de l'eau de fontaine, 6 pouces cubes, qui laissoient en reste dans l'eudiomètre..................		0,55
Dans la même eau, mêlée avec de l'acide sulfurique,	7 pouc.	0,69
mêlée avec de l'acide muriatique,	23	0,30
mêlée avec de l'acide nitrique,	22	0,30

Le 26 août.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 3 ½ pouces cubes............	0,34
avec de l'acide muriatique, 15 ½ pouces..	0,20
avec de l'ammoniaque, point de gaz.	

Le 27 août.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 2 $\frac{3}{4}$ pouces. 0,77
avec de l'alcool, 1 $\frac{1}{4}$ pouce. 0,79
avec de l'acide muriatique, 13 $\frac{1}{2}$ pouces. . 0,46
avec de l'acide nitrique, 12 $\frac{3}{4}$ pouces. . . 0,40
avec de l'acide muriatique (à l'obscurité, point de gaz).

Eau de chaux, 1 $\frac{1}{2}$ pouce. 0,35

Le 1er septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 4 $\frac{3}{4}$ pouces. 0,59
$\frac{1}{6000}$ d'acide muriatique oxigéné, 4 $\frac{3}{4}$ pouces. 0,54
$\frac{1}{3000}$ d'acide muriatique oxigéné, 3 $\frac{1}{2}$ pouces. 0,61
Le même acide exposé au soleil en proportion de $\frac{1}{6000}$ et $\frac{1}{3000}$, sans feuilles, ne donna point de gaz.

Eau de fontaine saturée d'acide carbonique à la température de 12° R., 4 $\frac{1}{4}$ pouces. 0,55
avec de l'acide muriatique, 23 pouces. . 0,23
avec une solution de carbonate de potasse, point de gaz.

Le 3 septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 5 $\frac{3}{4}$ pouces. 0,49
saturée d'acide carbonique à la température de 10° R., 10 pouces. 0,55
La même eau saturée d'acide carbonique et mêlée avec la moitié d'eau distillée, 22 pouces. 0,24
avec $\frac{3}{4}$ d'eau distillée, 24 pouces. 0,22
(En diminuant encore la proportion de l'acide carbonique, la quantité de l'air en général, et celle du gaz oxigène qui entroit dans son mélange, alloient aussi en diminuant.)

Eau de fontaine avec de l'acide muriatique, 26 pouces. . . 0,21
avec de l'acide acétique, 24 $\frac{1}{2}$ pouces. . . 0,21

Le 5 septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 5 $\frac{1}{4}$ pouces. 0,56
avec 3 gros de muriate d'ammon., 6 $\frac{1}{4}$ po. 0,49
——————d'acétate de potasse, 3 $\frac{1}{2}$ po. 0,70
——————de nitrate de potasse, 11 po. 0,45
——————de muriate de soude, 4 $\frac{3}{4}$ po. 0,64
——————de surtartrate de potasse, 16 po. 0,44

Le 6 septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de fontaine, 5 pouces. 0,43
avec $\frac{1}{9000}$ d'acide muriatique, 17 pouces. 0,30
avec $\frac{1}{6000}$ d'acide muriatique, 23 pouces. 0,22
avec 6 grains d'une dissolution d'alcali de potasse, point de gaz.

Le 10 septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de chaux, point de gaz.
avec de l'acide muriatique, 5 pouces. . . . 0,30
Eau de fontaine qui avoit bouilli pendant 2 h., 1 $\frac{1}{2}$ pouce. . 0,56
La même eau avec de l'acide muriatique, 7 pouces. 0,30

Le 20 septembre.

Des feuilles de sambucus.

Eau de chaux, quelques bulles, en trop petite quantité pour se prêter à l'analyse.
La même eau avec de l'acide muriatique, 5 pouces. . . 0,57
Eau de fontaine qui avoit bouilli pendant 2 h., 1 $\frac{1}{2}$ pouce.. 0,76
La même eau bouilli avec de l'acide muriatique, 9 pouces. 0,34

Dans toutes ces expériences, qui sont beaucoup plus nombreuses que je ne les donne ici, et que j'ai étendues avec le

Dans toutes ces expériences il est de la plus grande influence à la quantité du gaz que les feuilles exhalent, si le ciel est plus ou moins serein : de petits changemens ne laissent pas d'être sensibles.

même succès à plusieurs familles de plantes, les feuilles ont seulement souffert dans de l'eau avec l'acide sulfurique, où elles ont un peu jauni, et moins encore dans l'eau avec l'acétate de potasse.

On voit donc que plusieurs autres corps acides jouissent de la même propriété que l'acide carbonique relativement à la formation du gaz oxigène par les feuilles; mais dans la plupart des cas indiqués, il n'est guère possible d'expliquer leur action par une décomposition qu'elles dussent éprouver dans le parenchyme des feuilles; du moins il seroit contre toute vraisemblance de maintenir une telle opinion pour l'acide muriatique, l'acide tartarique du surtartrate de potasse, etc. Il paroît donc être aussi contre l'analogie, de soutenir désormais, pour l'acide carbonique, une décomposition chimique, pour expliquer un phénomène qui se trouve ne lui être point particulier, et qu'il partage peut-être avec tous les corps acides; de sorte que l'action de l'acide carbonique rentre ici dans une classe de phénomènes dont elle ne se distingue en aucune manière, et cela avec d'autant plus de raison, qu'il n'existe pas, que je sache, une seule expérience propre à décider en faveur de la décomposition de l'acide carbonique, et qui se prête tout aussi bien à une autre explication.

Je cite encore ici quelques autres observations très-intéressantes de M. de Saussure, qui me paroissent fournir de nouvelles preuves que l'action de l'acide carbonique sur les plantes doit être regardée sous un point de vue plus général. Il dit que les fleurs exposées au soleil ne remplacent point l'acide carbonique de leur atmosphère ambiant par du gaz oxigène, mais par du gaz azote. Or, si l'on est obligé dans ce cas là de convenir que ce gaz azote, exhalé au soleil, sorte de l'intérieur de la plante, comme il ne forme pas un élément de l'acide carbonique, quoique l'expiration de ce gaz se trouve dans un rapport intime à la quantité de l'acide carbonique de l'atmosphère qui entoure ces fleurs, il est encore contre toute analogie d'avoir recours à la décomposition de cet acide, dans le cas qu'il favorise l'expiration du gaz oxigène au lieu du gaz azote, par la seule raison que le gaz oxigène forme un élément de l'acide carbonique. Le *lytrhum salicaria* fournit un autre exemple, qui, d'après M. de Saussure, végétant dans du gaz azote, produit de l'acide carbonique; cet acide ne peut avoir d'autre source d'où il soit sorti, que l'intérieur de la plante. Mais pourquoi veut-on alors changer de théorie, aussitôt que la plante se trouve dans le gaz oxigène,

tandis que le fait s'explique tout aussi bien en suivant l'analogie du gaz azote, d'après laquelle le gaz oxigène a été absorbé, tandis qu'en même temps l'acide carbonique, séjournant dans le parenchyme des feuilles ou des fleurs, s'exhale?

Peut-être que l'explication suivante s'approche plus près des faits que j'ai donnés; les acides et quelques sels surtout, à ce qu'il me semble, ceux de la classe des rafraîchissans, sont favorables à la respiration des plantes; elles augmentent par conséquent, à l'obscurité, l'inspiration du gaz oxigène, comme on le sait, d'après M. de Saussure, pour l'acide carbonique mêlé à l'atmosphère de la plante; et au soleil elles en animent l'expiration, la plante absorbant l'acide ou le sel ambiant, et rendant en récompense le gaz oxigène qu'elle avoit absorbé dans la nuit. On peut regarder, dans l'acte de la respiration, la plante comme une base oxidable qui absorbe dans la nuit à-la-fois l'acide et le gaz oxigène, et qui, exposée ensuite à l'influence désoxigénante du soleil, est obligée de quitter le gaz oxigène absorbé, qui, secondé de son élasticité, lui échappe, tandis qu'en récompense la plante inspire l'acide qui se trouve en contact avec elle.

En tout cas, il paroît que rien n'est plus équivoque que la théorie d'après laquelle la quantité énorme du gaz oxigène qui se consume journellement est regardée être compensée par l'action de la végétation; du moins ce ne sera qu'avec beaucoup de défiance qu'on pourra adopter un système qui non-seulement paroît être dénué de preuves décisives, mais qui se trouve aussi en opposition avec un grand nombre de faits chimiques.

SUITE DU SUPPLÉMENT

Au Mémoire sur la réduction des degrés du Thermomètre de Mercure en degrés de chaleur réelle;

PAR HONORÉ FLAUGERGUES.

La réduction des degrés indiqués par le thermomètre en degrés équidifférentiels de chaleur, est non-seulement nécessaire pour rectifier les observations météorologiques faites avec cet instrument, mais entre autres usages, elle fournit le moyen de calculer des Tables pour réduire la réfraction moyenne en réfraction vraie, plus exactes que celles qui ont été publiées par divers astronomes, et qui sont toutes fondées sur l'opinion erronée que les degrés du thermomètre sont proportionnels à la chaleur.

D'après les lois de la réfraction, la réfraction astronomique est proportionnelle à la densité de l'air; cette vérité est d'ailleurs prouvée par les belles expériences de M. Hauxbée (1). La réfraction doit donc varier avec cette densité, ce qui exige une Table de correction de la réfraction moyenne, pour la réduire à la réfraction vraie, suivant les différens états de l'atmosphère.

La densité de l'air augmente avec la pression de l'atmosphère; elle diminue à mesure que l'air se raréfie par la chaleur: ces deux états de l'air nous sont indiqués par le baromètre et le thermomètre; la réfraction est donc directement comme l'élévation du mercure dans le baromètre, et inversement comme l'ascension de ce fluide dans le thermomètre (sauf les modifica-

(1) *Expériences phys. mécan.* de M. Hauxbée, trad. par M. Bremand, tome I, pag. 108 et suiv. Hauxbée avoit été précédé dans cette recherche par M. Lowthorp, et il ne fit même que répéter les expériences de ce dernier, avec un appareil moins compliqué.

tions nécessaires); et la formule de réduction de la réfraction moyenne à la réfraction vraie doit avoir été composée de deux facteurs relatifs aux indications de ces deux instrumens; il seroit peut-être nécessaire d'un troisième facteur relatif à l'effet, sur la réfraction astronomique, de la vapeur de l'eau, qui se trouve toujours répandue en plus ou moins grande quantité dans l'atmosphère, et qui est indiquée par l'hygromètre; mais cet effet est encore trop peu connu, et l'hygromètre est un instrument trop imparfait pour pouvoir établir quelque chose de bien certain sur ce sujet : je me bornerai donc à ce qui concerne le baromètre et le thermomètre.

Du Facteur barométrique.

L'air se comprimant dans le rapport des poids dont il est chargé, suivant la fameuse expérience de Mariotte (1), sa densité augmente dans le même rapport, et par conséquent aussi la réfraction, c'est-à-dire directement comme les hauteurs du mercure dans le baromètre.

Mais pour que les hauteurs du mercure dans le baromètre représentent exactement les pressions qu'éprouve la couche inférieure de l'atmosphère où cet instrument est placé, il faut que le mercure soit toujours à la même température, car ce n'est qu'à cette condition que les poids des colonnes de mercure seront proportionnels à la hauteur de ces colonnes. Plusieurs physiciens, à commencer par M. Amontons, ont fait des expériences pour déterminer la variation de longueur qu'éprouve la colonne de mercure dans le baromètre, par le seul effet du changement de température; mais celles de M. Deluc me paroissent préférables à toutes les autres, parce que ses expériences ont été faites sur le baromètre même monté sur une planche de sapin, comme le sont ordinairement ces instrumens, et que l'effet de la chaleur sur la monture, quoique peu sensible, doit nécessairement entrer pour quelque chose dans l'évaluation de la correction de la hauteur du mercure dans le baromètre, déterminée au moyen d'une échelle fixée sur cette monture, et qui participe à ses variations.

---

(1) Œuvres de M. Mariotte, de l'Académie des Sciences, tome I, pag. 151 et suiv.

M. Deluc

M. Deluc a trouvé (1) que, par une augmentation de chaleur capable de faire monter le thermomètre de la température de la glace pilée (fondante) jusqu'à celle de l'eau bouillante, une colonne de mercure de 27 pouces augmenteroit précisément de 6 lignes ou de $\frac{1}{54}$; cette quantité divisée par 80, donne $\frac{1}{4320}$ partie pour la dilatation d'une colonne de mercure à la température de la glace fondante, et pour un degré du thermomètre de M. Deluc.

Cette quantité exige quelques réductions; premièrement, la dilatation observée par M. Deluc est relative au degré de chaleur de l'eau bouillante sous une pression de 27 pouces de mercure, degré de chaleur que ce célèbre physicien avoit choisi pour le terme supérieur de l'échelle de son thermomètre, et aujourd'hui on prend plus communément, pour ce terme supérieur, la chaleur de l'eau bouillante sous une pression de 28 pouces. De plus, M. Deluc suppose que cette hauteur de 27 pouces est prise lorsque la température du mercure dans le baromètre est égale à zéro de son thermomètre particulier; pour la correction de l'effet de la chaleur sur les hauteurs du baromètre, on a $+10^o$ du thermomètre ordinaire; et actuellement qu'on préfère de réduire la température du mercure dans le baromètre à la température fixe de la glace fondante, on suppose aussi que la colonne de mercure de 28 pouces, sous la pression de laquelle on détermine la chaleur de l'eau bouillante, est également à la température de la glace fondante.

D'après les expériences citées, une colonne de mercure de la longueur de 28 pouces, à la température de la glace fondante, augmente, en passant de cette température à celle de $+10^o$, de $\frac{10}{4320} \cdot 28^{pouc.} = 0^{lig.},778$; c'est-à-dire qu'à cette température la longueur de cette colonne est de $336^{lig.},778$, ou de 5,388 seizièmes de ligne.

Actuellement, si, d'après la règle découverte par M. Deluc (2), on multiplie 37314276, logarithme de 5388, par $\frac{19}{2000000}$, et qu'on retranche du produit 10387, on aura $80^o,84$ pour la chaleur de l'eau bouillante sous cette pression $336^{lig.},778$; faisant ensuite cette proportion, $80^o : 6^{lig.} :: 80^o,84 : 6^{lig.},063$, ce dernier terme

(1) *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*, édit. in-12, tome II, pag. 19 et suiv.

(2) *Recherches sur les Modifications de l'Atmosphère*; par J. A. Deluc, tome IV, pag. 141.

exprimera l'allongement que reçoit une colonne de mercure de 27 pouces de longueur, en passant de la température de la glace fondante à la température de l'eau bouillante, sous cette pression de 336$^{lig.}$,778; le rapport de cet allongement à la longueur primitive de la colonne sera donc exprimé par $\frac{6,063}{324}$, et l'allongement pour un degré du thermomètre ordinaire, par $\frac{6,063}{324,80} = \frac{1}{4275,11}$.

Soit B la hauteur d'une colonne de mercure dans le baromètre à la température de la glace fondante, et *b* la hauteur de la même colonne à la température de *t* degrés au-dessus du zéro [l'une et l'autre exprimées en lignes et corrigées de l'effet de la capillarité (1)], on aura, d'après ce qui précède,

$$B + \frac{t}{4275,11} B = b.$$

(1) L'effet de la capillarité est, comme on sait, d'abaisser le mercure du baromètre; on doit donc augmenter les hauteurs observées de la valeur de cet abaissement relatif au diamètre du tube du baromètre dont on se sert, si on veut que les observations que l'on fait soient comparables à celles des autres observateurs. M. Cavendish a donné (*Philosophical Transactions*, ann. 1776, vol. LXVI, pag. 586) une Table fondée sur des expériences très-exactes de M. Cavendish père, sur la pression du mercure dans les tuyaux de verre d'un petit diamètre; cette Table est en décimales du pouce anglais; les termes en sont trop éloignés et les différences trop inégales. J'ai réduit la partie la plus usuelle de cette Table aux mesures françaises, et j'ai interpelé quelques termes, ce que je pouvois faire avec d'autant plus d'exactitude, que les secondes différences étoient sensiblement égales entre elles : je publie ici cette Table pour l'usage des observateurs du baromètre.

Diamètre des tubes.	Dépressions du mercure.	Différences.	Diamètre des tubes.	Dépressions du mercure.	Différences.
lig.	lig.	lig.	lig.	lig.	lig.
3,0	0,520		2,3	0,735	0,039
2,9	0,543	0,023	2,2	0,777	0,042
2,8	0,568	0,025	2,1	0,822	0,045
2,7	0,596	0,026	2,0	0,869	0,047
2,6	0,627	0,031	1,9	0,920	0,051
2,5	0,660	0,033	1,8	0,973	0,053
2,4	0,696	0,036	1,7	1,029	0,056

D'où l'on tire $B = \frac{b}{1 + \frac{t}{4275,11}} = b - \frac{t.b}{4275,11 + t}$, ou (en faisant t négatif pour le cas où le thermomètre est au-dessus du zéro) $= b + \frac{t.b}{4275,11 - t}$. Donc la formule générale et exacte pour réduire à la température de la glace fondante une hauteur b du baromètre observée à $\pm t$ degrés du thermomètre, est $\mp \frac{t.b}{4275,11 \pm t}$; cette formule est celle dont je fais usage pour la correction de mes observations du baromètre, et d'après laquelle j'ai calculé des Tables fort commodes pour cette réduction.

Aux hauteurs du baromètre, ainsi réduites à une même température, sont proportionnelles les pressions, les densités de l'air, et par conséquent aussi les réfractions, en supposant que la température de l'atmosphère ne varie pas; par conséquent si on prend pour l'unité de la densité de l'air, l'état de ce fluide lorsque sa température est celle de la glace fondante et qu'il est chargé d'une colonne de mercure de 28 pouces ou 336 lignes de hauteur, et qu'on prenne pour réfraction moyenne celle qui a lieu dans cet état de l'atmosphère, la réfraction vraie, lorsque la hauteur du baromètre sera $= b$, la température du mercure de cet instrument $= t$ et celle de l'atmosphère $= 0$, sera à la réfraction moyenne comme $b \mp \frac{t.b}{4275,11 \pm t}$ est à 336; donc le facteur barométrique de la formule de réduction de la réfraction moyenne à la réfraction vraie, est $\frac{b \cdot \left(1 \mp \frac{t}{4275,11 \pm t}\right)}{336}$.

Du Facteur thermométrique.

L'air, sous la même pression, se dilate proportionnellement à la chaleur, c'est-à-dire qu'à des augmentations égales de chaleur, correspondent des accroissemens égaux du volume de l'air: j'ai prouvé cette vérité, admise par tous les physiciens, par une longue suite d'expériences dont ont trouve les résultats dans le *Journal de Physique* (1), et par une autre suite d'expériences faites avec

(2) Tome LXXVII, pag. 273 et suiv.

un appareil plus parfait, et dont les résultats sont également rapportés dans le même ouvrage (1).

Il résulte de plus de ces expériences, que le volume de l'air à la température de la glace fondante et sous une pression de 28 pouces, étant pris pour l'unité, ce volume se dilate de 0,37168, suivant la première suite, et de 0,37174 suivant la seconde suite d'expériences, en passant de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante, sous une pression de 28 pouces de mercure à la température de la glace fondante; ces résultats ne diffèrent pas beaucoup de ceux qu'ont obtenus les célèbres physiciens MM. Lambert, Charles, Gay-Lussac et Dalton.

Mais dans toutes mes expériences j'avois employé de l'air extrêmement desséché par un long séjour dans des vaisseaux fermés, et contenant une quantité de chaux vive et de potasse suffisante pour en absorber l'humidité; cet air, ainsi desséché, n'est pas l'air atmosphérique où se fait la réfraction astronomique, et qui contient toujours plus ou moins d'eau en vapeurs; cette vapeur, d'après les expériences de M. Dalton, ne change pas la loi que suit l'air dans sa dilatation par la chaleur; mais elle peut influer beaucoup sur le rapport de son volume dans les deux températures; je fis cette réflexion lorsque je faisois mes dernières expériences sur la dilatabilité de l'air, et désirant déjà que mon travail pût servir à perfectionner les Tables de corrections de réfractions moyennes, je cherchai, au moyen d'expériences faites avec le même appareil, et sur de l'air atmosphérique pris pendant la nuit au balcon de mon observatoire, le ciel serein, le vent au nord-est et sec, qui sont les circonstances qui ont le plus souvent lieu lors des observations astronomiques, la dilatation de cet air en passant de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante, sous une pression de 28 pouces. Voici les résultats de ces expériences :

Expériences.	Rapports des volumes.	Expériences.	Rapports des volumes.
I.	1 : 1,40836	VI.	1 : 1,41036
II.	1 : 1,41284	VII.	1 : 1,41183
III.	1 : 1,42226	VIII.	1 : 1,40178
IV.	1 : 1,41168	IX.	1 : 1,41763
V.	1 : 1,40650	X.	1 : 1,40660

(1) *Journal de Physique*, tome LXXXII, pag. 402 et suiv.

Ce qui donne pour résultat moyen le rapport 1 : 1,410989, qu'on peut prendre sans erreur sensible pour celui de 1 : 1,411 ; par conséquent la dilatation de l'air pour un degré de chaleur réelle est exprimée par $\frac{0,411}{80} = 0,0051375$, et si on a un nombre x de degrés équidifférentiels de chaleur, on aura $x\,(0,0051375)$ pour l'augmentation du volume de l'air, depuis la température de la glace fondante jusqu'à celle de x degrés équidifférentiels : cette quantité devient négative lorsque x est au-dessous du zéro; en sorte que, dans ces deux cas, le volume de l'air à cette température sera exprimé par $1 \pm x\,(0,0051375)$.

Si on nomme t le degré du thermomètre octogésimal qui correspond au degré x équidifférentiel, et qu'on substitue pour x sa valeur en t, d'après la formule donnée dans le Mémoire, on aura pour le volume de l'air l'expression

$$1 \pm [\log (5128,2 \pm t) \backsim 3,7099650]\,(11899,98261)\,(0,0051375),$$

ou, en réduisant,

$$1 \pm [\log (5128,2 \pm t) \backsim 3,7099650]\,(61,13616).$$

La densité de l'air est inversement comme son volume, et par conséquent la réfraction est aussi inversement comme ce volume : donc si on prend toujours pour la réfraction moyenne, celle qui a lieu lorsque la température de l'air est la même que celle de la glace fondante, et sous la pression de 28 pouces, le rapport de la réfraction moyenne à la réfraction vraie sera le même que celui de

$$1 \pm [\log (5128,2 \pm t) \backsim 3,7099650]\,(61,13616) \text{ à } 1;$$

par conséquent le facteur thermométrique pour réduire la réfraction moyenne à la réfraction vraie, est exprimé par

$$\frac{1}{1 \pm [\log (5128,2 \pm t) \backsim 3,7099650]\,(61,13616)}.$$

Multipliant les facteurs barométique et thermométrique l'un par l'autre, on aura enfin, toutes réductions faites, pour le facteur par lequel il faut multiplier la réfraction moyenne pour la réduire à la réfraction vraie,

$$\frac{b\left(1 \mp \frac{t}{4275,11 \pm t}\right)}{336 \pm [\log (5128,2 \pm t) \backsim 3,7099650]\,(20541,74976)}.$$

Avec une Table de réduction des degrés du thermomètre octogésimal en degrés équidifférentiels de chaleur, telle que celle que nous avons donnée dans le Mémoire, l'usage de la formule pour réduire la réfraction moyenne à la réfraction vraie devient beaucoup plus simple ; car, d'après ce qui a été dit plus haut, si on nomme θ le degré de l'échelle équidifférentielle qui répond au degré t du thermomètre octogésimal, le facteur thermométrique se réduit à $\frac{1}{1 \pm \theta (0,0051375)}$, et par conséquent le facteur composé à

$$\frac{b\left(1 \mp \frac{t}{4275,11 \pm t}\right)}{336 \pm \theta (1,7262)}.$$

C'est d'après ces formules que j'ai calculé une Table des facteurs pour multiplier la réfraction moyenne et la changer en réfraction vraie, et une Table des logarithmes de ces mêmes facteurs de degré en degré, depuis — 16° du thermomètre octogésimal jusqu'à + 32°, et de deux lignes en deux lignes depuis 26 pouces jusqu'à 30 pouces de hauteur du baromètre, que je me propose de faire imprimer pour l'usage des astronomes.

Nous terminerons ce Mémoire par les deux remarques suivantes : 1°. pour faire la réduction exacte de l'effet de la température sur la colonne d'un baromètre à cuvette, il faut augmenter la longueur de la colonne de mercure au-dessus de la ligne prise pour la ligne de niveau de la profondeur du mercure au-dessous de cette ligne jusqu'au fond de la cuvette; car cette partie du mercure se dilate comme le reste, et soulève la colonne de mercure qui est au-dessus de son niveau, d'une quantité égale à sa dilatation, *et vice versâ ;* ainsi, si la profondeur du mercure de la cuvette est d'un pouce, comme dans mon baromètre, et que la hauteur de la colonne soit de 28 pouces, on calculera la réduction comme si cette colonne avoit 29 pouces de longueur, etc.; c'est pour cette raison que j'ai calculé ma Table de réduction des fractions moyennes jusqu'à la hauteur de 30 pouces du mercure dans le baromètre, quoique le mercure n'y atteigne jamais cette hauteur.

2°. Pour connoître plus exactement, à ce qu'on prétend, la température du mercure dans le baromètre, on place à côté un thermomètre, qu'on enfonce à moitié dans la planche sur laquelle est fixé le baromètre ; je pense qu'on rempliroit beaucoup mieux cet objet, et d'une manière plus sûre, en isolant le tube

du baromètre, de manière qu'il soit de tout côté en contact avec l'air; alors la température du mercure du baromètre sera nécessairement la même que celle de l'air ambiant, qui est indiquée par le thermomètre d'observation isolé et suspendu tout proche du baromètre. Pour cela, il faut ouvrir dans la planche du baromètre une rainure à jour, qui, depuis la cuvette jusqu'à 26 pouces au-dessus, aura deux pouces et demi ou trois pouces de largeur, et depuis 26 pouces jusqu'à 29 pouces, une largeur de deux lignes seulement de plus que le diamètre du tube, afin de ne pas trop éloigner l'échelle de l'extrémité de la colonne de mercure qui doit y être rapportée; le tube sera fixé par le haut sur la planche du baromètre, par le bas il reposera sur le fond de la cuvette (en ayant soin de recourber le bout inférieur du tube pour ne pas gêner le passage du mercure), et il sera maintenu dans le milieu, si on veut, par un lien de fil de fer ou de cuivre, dont les deux bouts seront fixés sur la planche de chaque côté; on peut encore isoler la cuvette en échancrant la planche tout au tour à un pouce de distance; de cette manière la cuvette sera isolée et ne touchera à la monture que par le fond. Cette construction, que je propose pour le baromètre en général, devient comme nécessaire lorsqu'on se sert de cet instrument pour réduire les fractions moyennes en fractions vraies; car les Tables calculées pour cette réduction, supposent nécessairement que la température du mercure dans le baromètre est la même que celle de l'air indiquée par le thermomètre suspendu dans l'observatoire. Si on emploie un baromètre monté à la manière ordinaire, avec son thermomètre de correction, il faudra, après avoir corrigé la hauteur observée d'après la température indiquée par le thermomètre de correction, réduire cette hauteur à ce qu'elle auroit été si la température du mercure eût été la même que celle indiquée par le thermomètre d'observation, puisque ce n'est qu'avec cette dernière hauteur qu'on peut entrer dans la Table; mais c'est un travail inutile, qui peut devenir une occasion d'erreur, et qu'on évite par la construction que je propose.

3°. La formule que nous avons donnée pour corriger l'effet de la chaleur sur la colonne de mercure du baromètre, est celle qui convient (ainsi que nous en avons averti) à ceux de ces instrumens qui sont montés sur des planches de sapin, dans lesquelles l'effet de la chaleur suivant la direction de forces, est insensible; si la monture du baromètre est d'une autre ma-

tière, il faut employer d'autres formules, parce que l'effet apparent de la chaleur sur la colonne de mercure est égal seulement à la différence entre la dilatation de cette colonne et la dilatation de la partie (de longueur égale) de la monture qui lui correspond, puisque, par l'effet de cette dilatation de la monture, l'échelle du baromètre s'éloigne de la ligne prise pour celle du niveau dans le même sens que s'élève la colonne de mercure; par exemple, si la monture du baromètre est de laiton ou cuivre jaune, puisque nous avons trouvé précédemment, d'après les expériences de M. Deluc, qu'une colonne de mercure de 27 pouces de longueur à la température de glace fondante, s'allonge de $6^{lig.}$,063, en passant à la température de l'eau bouillante, on aura la proportion $27^{pouc.}$: $6^{lig.}$063 : : 1 : 0,018713, dont le dernier terme exprime l'allongement d'une colonne de mercure en passant de la tampérature de la glace fondante à celle de l'eau bouillante, la longueur de cette colonne à la première température étant prise pour l'unité.

Suivant les expériences de M. Smeaton (*Philos. Trans.*, 1768, pag. 325), l'allongement du laiton ou cuivre jaune est, dans ce même cas, exprimé par 0,001933. Retranchant cet allongement du laiton de l'allongement du mercure, il restera 0,016780 pour l'allongement apparent de la colonne de mercure du baromètre relativement à son échelle, lorsqu'il est fixé sur une monture de cuivre jaune; faisant ensuite la proportion...... 1 : 1,016780 : : $336^{lig.}$: $341^{lig.}$,638, la différence $5^{lig.}$,638 des deux derniers termes exprimera la dilatation apparente de la colonne de mercure en la rapportant à l'échelle; divisant cette quantité par 26880, produit de 336 par 80 et réduisant, on aura $\frac{1}{4767,65}$ pour l'allongement correspondant à un degré du thermomètre octogésimal; et par conséquent la formule pour corriger l'effet de la chaleur sur le baromètre monté sur une planche de cuivre jaune, est $\mp \frac{tb}{4767,65 \pm t}$; on trouvera des formules semblables pour des montures d'autres matières, dont on connoîtra le rapport de la dilatabilité.

Si l'échelle est collée ou gravée sur le tube du baromètre, comme l'allongement du verre, en passant de la température de la glace fondante à celle de l'eau bouillante, est, d'après les expériences de MM. Smeaton et Deluc (*Trans. Philos.*, 1768, pag. 325; *Journal de Physique*, tome XVIII, pag. 389), exprimé par 0,000833; si on retranche cet allongement de l'allongement

gement d'une colonne de mercure dans les mêmes circonstances, on aura 0,017880 pour l'allongement apparent de cette colonne rapportée à l'échelle appliquée au tube; par conséquent..... 1 : 1,017880 : : 336$^{lig.}$: 342$^{lig.}$,008; l'excès du dernier terme sur le troisième est de 6$^{lig.}$,008; divisant par 26880, et réduisant, on aura $\frac{1}{4474,04}$, et par conséquent $\mp \frac{tb}{4474,04 \pm t}$ pour la formule de correction dans ce cas là.

Observation de l'Éclipse de Soleil du 19 novembre 1816, au matin, faite à l'Observatoire de Viviers.

Commencement à. . . . . 8h 23′ 24″ temps moyen.
Fin à. . . . . 10.42.39.$\frac{1}{2}$

Cette observation, qui est très-exacte, a été faite avec une lunette achromatique, qui amplifioit environ 90 fois le diamètre apparent des objets.

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à 3 s.	+16,00	à 6 ¼ m.	+10,00	+15,00	à 7 ½ m.	757,52	à 5 ½ s.	754,40	755,40	16,5
2	à 3 s.	+18,60	à 6 ¼ m.	+14 75	+18,50	à 9 m.	757,08	à 5 ½ s.	754,00	756,50	17,9
3	à 10 ¾ m	+18,10	à 9 s.	+11,75	+17,85	à 9 s.	759,60	à 6 ¼ m.	756,86	758,72	17,6
4	à midi.	+19,60	à 6 ¼ m.	+ 7,75	+19,60	à 9 s.	759,76	à 6 ¼ m.	758,24	759.72	17,6
5	à 3 s.	+20,10	à 6 ¼ m.	+ 7,00	+19,50	à 9 m.	759,48	à 9 s.	758,16	759,32	17,7
6	à 3 s.	+21,19	à 6 ¼ m.	+11,50	+21,00	à 10 ½ m.	757,94	à 9 s.	756,04	757,52	18,5
7	à 11 m.	+21,50	à 6 ¼ m.	+13,25	+21,00	à midi.	757,36	à 6 ¼ m.	756,50	757,36	18,4
8	à midi.	+19,25	à 10 s.	+13,50	+19,25	à midi.	761,00	à 6 ¼ m.	759,36	761,00	18,4
9	à 3 ¼ s.	+20,50	à 6 ½ m.	+10,50	+19,65	à 10 ½ m.	760,62	à 5 s.	760,00	760,40	18,7
10	à 3 s.	+18,75	à 6 ½ m.	+10,75	+18,00	à 9 ¼ s.	762,00	à 6 ½ m.	760,50	761,36	18,7
11	à 3 s.	+17,25	à 9 s.	+10,75	+14,75	à 9 s.	760,72	à 3 s.	759,54	760,12	17,6
12	à midi.	+16.00	à 6 ½ m.	+12,50	+16,00	à 10 ½ m.	762,50	à 6 ½ m.	761,56	762,48	17,4
13	à 3 s.	+15,83	à 5 ½ m.	+ 8,50	+14,50	à 9 m.	762,70	à 6 ½ s.	761,22	762,32	17,1
14	à 3 s.	+14,75	à 6 ½ m.	+ 6,00	+12,50	à 10 s.	764,60	à 6 ½ m.	762,08	763,70	16,5
15	à 3 s.	+15,10	à 6 ½ m.	+ 5,28	+14,25	à 10 ½ m.	765,00	à 11 s.	762,88	764,94	16,3
16	à 3 s.	+14.25	à 6 ½ m.	+ 4,75	+13,25	à 8 m.	761,38	à 10 s.	757,40	759 80	16,1
17	à 5 ¼ s.	+16,75	à 6 ½ m.	+ 3,50	+12,50	à 9 m.	756,20	à 5 ¼ s.	755,26	756,12	14,9
18	à midi.	+13,50	à 6 ¾ m.	+ 5,00	+13,50	à 10 s.	758,70	à 3 s.	755,70	755,82	15,2
19	à 3 s.	+12,85	à 6 ¾ m.	+ 4,50	+11,90	à 10 ½ m.	760,66	à 10 s.	758,32	760,58	15,1
20	à 10 m.	+10,60	à 10 s.	+ 6.50	+ 7,75	à 6 ¾ m.	752 68	à 10 s.	750,60	751,84	13,8
21	à midi.	+10,10	à 6 ¾ m.	+ 4,25	+10,10	à 10 s.	751,44	à 3 s.	749 62	750,32	13,5
22	à midi.	+10,60	à 6 ¾ m.	+ 3,75	+10,60	à 10 s.	756,10	à 6 ¾ m.	753,68	754,76	12,6
23	à midi.	+11,00	à 6 ¾ m.	+ 1,75	+11,00	à 9 s.	760 96	à 6 ¾ m.	758,80	760,74	13,4
24	à 3 ¼ s.	+ 9,50	à 10 s.	+ 0,75	+ 8,75	à 8 m.	759,14	à 10 s.	753,50	757,50	12,0
25	à 3 s.	+13 25	à 5 ¾ m.	— 5,75	+11,10	à 6 ¾ m.	751,40	à 3 s.	748.10	749.60	11,9
26	à midi.	+11,75	à 5 ¾ m.	+ 7,75	+11,75	à 9 m.	752,62	à 10 s.	750,04	752,48	12,1
27	à 3 s.	+17,10	à 6 ¾ m.	+ 9 00	+16 25	à 10 ½ m.	750,32	à 7 m.	749,60	750,00	13,6
28	à midi.	+16,25	à 9 ¼ s.	+ 6,75	+16,25	à 9 ¼ s.	752,04	à 10 ½ m.	749,22	749.24	15,1
29	à 3 s.	+13,75	à 7 m.	+ 4,00	+13,00	à 7 m.	751,74	à 9 s.	743,96	749.84	13,9
30	à midi.	+14,60	à 9 ¼ s.	+10 00	+14,60	à 8 m.	742,60	à 9 ¼ s.	739,66	742,04	13,[illegible]
31	à 3 s.	+14,25	à 10 s.	+ 8,25	+13,50	à 9 s.	744,58	à 7 m.	744,58	743,70	13,[illegible]
Moyennes.		+15,92		+ 7 74	+14.69		757,11		754,76	756,29	15,[illegible]

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	765°00	le 15
Moindre élévation du mercure.........	739.66	le 30
Plus grand degré de chaleur.........	+21°90	le 6
Moindre degré de chaleur...........	— 0,75	le 24
Nombre de jours beaux.......	5	
de couverts...........	25	
de pluie...............	12	
de vent................	31	
de gelée...............	1	
de tonnerre...........	0	
de brouillard.........	23	
de neige...............	0	
de grêle...............	0	

NOTA. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'o le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètr conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenn conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est égalemen

OCTOBRE 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	80	S-O. fort.		Couvert, *pluie* à 9 h.	Couvert.	Petite *pluie* à 9 h.
2	81	*Idem.*		Quelques éclaircis.	*Pluie* par intervalles.	Très-nuageux.
3	70	O.		Couvert.	Très-nuageux.	*Idem.*
4	68	S.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Légères vapeurs.
5	67	*Idem.*	Lune apogée.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
6	79	S-O.	P.L. à 0h. 29'm.	*Idem.*	Légers nuages.	Nuageux.
7	86	S.		Quelques éclaircis.	Couvert.	*Pluie* abondante.
8	76	S-E.		Couvert.	Nuageux, brouillard.	Beau ciel.
9	76	*Idem.*		Nuageux, brouillard.	Légers nuages.	*Idem.*
10	84	N-E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.	Couvert.
11	95	*Idem.*		*Pluie*, brouillard ép.	Couvert, brouillard.	Nuageux.
12	72	*Idem.*		Couvert, brouillard.	Très-nuageux.	Couvert.
13	76	E.		Beau ciel, léger br.	Petits nuages.	Beau ciel.
14	89	N-O.	D.Q. à 8h 45'm.	Nuageux, brouill. ép.	Couvert, brouillard.	Nuageux.
15	76	E.-N-E.		*Idem.*	Nuageux.	Beau ciel.
16	61	S-E.		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.	*Idem.*
17	86	S-O.		Brouil. ép., forte ros.	Couvert.	*Pluie* depuis 6 h.
18	67	*Idem.*		Nuageux, brouillard.	*Id.*, petite pluie.	Nuageux.
19	73	O.		*Idem.*	Nuageux.	Couvert.
20	92	O-S-O.	Lune périgée.	*Pluie.*	*Pluie.*	*Idem.*
21	70	N-O.	N.L. à 0h 6'm.	Nuageux, pl. vers 2 h.	Couvert.	*Pluie.*
22	80	S-O.		Très-nuageux, br.	*Idem.*	*Idem*, à 3 h.
23	61	N-O.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Beau ciel.
24	78	S-E.		*Idem*, glace.	Couvert.	Couvert.
25	84	S.		Nuageux, brouillard.	*Pluie*, brouillard.	*Pluie.*
26	80	*Idem.*		Couvert, brouillard.	Couvert, lég. brouil.	Nuageux.
27	71	E-S-E.	P.Q. à 11h 9's.	Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Couvert.
28	72	S-E.		*Pluie*, lég. brouillard.	*Idem.*	Beau ciel.
29	73	*Idem.*		Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.	Couvert.
30	82	S-S-O.		Couvert, brouillard.	Couvert.	*Pluie* abond. par int.
31	87	S-O.		*Pluie* fine, brouillard.	*Idem.*	Couv. par intervalles.
Moy.	77					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N. 0
- N-E. 3
- E. 3
- S-E. 6
- S. 6
- S-O. 7
- O. 3
- N.-O. 3

Therm. des caves { le 1er 12°,091 ; le 16 12°,092 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 20mm62 = 9 lig. 1 dixième.

igrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et
mploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté
et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens,
du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, et par
exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

SUITE DU MÉMOIRE

Sur les Substances minérales dites *en masse*, qui entrent dans la composition des Roches volcaniques de tous les âges;

PAR P. LOUIS CORDIER.

CHAPITRE SEPTIÈME.

Examen des Cendres volcaniques ou thermantides pulvérulentes de tous les âges.

LES substances pulvérulentes que je désigne sous le nom de *cendres volcaniques*, ont été ainsi nommées par la plupart des minéralogistes; M. Haüy en fait une variété de ses thermantides; M. Werner réduit le nom de cendres volcaniques aux produits pulvérulens des éruptions historiques, ignorant probablement qu'il existe des matières identiquement semblables, soit dans les couches formées par les volcans éteints incontestables, soit dans les grands systèmes classiques de terrains volcaniques démantelés; ce célèbre minéralogiste n'a donné aucune place à ces matières dans sa nomenclature et sa méthode.

Les cendres volcaniques composent, avec les sables, les graviers et les fragmens variés fournis par les projections incohérentes, plus de la moitié des produits rejetés par les éruptions. Tantôt elles se trouvent disséminées dans les amas ou lits formés de ces fragmens, de ces graviers et de ces sables; tantôt elles composent exclusivement des couches très-étendues. Je range aussi parmi les cendres, les matières pulvérulentes qu'on observe très-souvent mélangées avec les croûtes scorifiées grumeleuses des courans lithoïdes. Je ne saurois décider si ces dernières matières pulvérulentes sont contemporaines à la coagulation des courans, et si elles ont été produites par l'effet d'un extrême boursoufflement de la lave composante, ou bien si elles sont un premier résultat de la désagrégation lente des croûtes scorifiées, comme cela paroît au reste probable en beaucoup de cas. Ce que j'ai reconnu,

c'est que leur aridité jointe aux autres caractères, ne permet pas de les distinguer des cendres de projection.

De tous les produits rejetés par les volcans, ce sont les cendres qui reçoivent les plus promptes altérations; on en a de beaux exemples dans les fouilles de Pompeii et d'Herculanum; malgré cette facilité à s'altérer, on les retrouve quelquefois intactes jusque dans les terrains volcaniques contestés très-anciens; je ne traiterai ici que de celles dont la parfaite conservation n'est pas douteuse.

Elles sont aussi curieuses à examiner au microscope que faciles à définir. On reconnoît sans peine qu'elles sont formées de particules hétérogènes très-distinctes, et que les nuances si variées de leurs caractères extérieurs, proviennent des analogies que ces particules peuvent avoir avec les substances élémentaires qui entrent dans la composition des pâtes lithoïdes, vitreuses ou scorifiées; elles en contiennent en effet tous les principes désagrégés ou réduits en poudre; mais il s'en faut de beaucoup que les mélanges soient infinis : non-seulement ces mélanges paroissent constans dans une même couche, mais ils se reproduisent fréquemment dans des couches différentes. Quels que soient, au reste, le mode d'association, la localité et l'âge des couches, l'identité des substances minérales élémentaires qu'on trouve dans les unes comme dans les autres, est si frappante, que je n'en rapporterai qu'un petit nombre d'exemples dans la Table générale de mes expériences.

Pour faire l'analyse rigoureuse et complète des cendres volcaniques, il est indispensable de lotir préalablement les particules composantes, suivant l'ordre des volumes, à l'aide de lavages. On reconnoît, au moyen de cette opération, que la majeure partie des grains composans ont une grosseur variable entre un trentième et un cinquantième de millimètre; la grosseur peut s'élever à plus d'un dixième de millimètre, ou diminuer jusqu'au-delà d'un centième. Ces variations permettent de déterminer plus facilement la nature des substances minérales élémentaires. Les espèces les plus abondantes sont, le feld-spath, le pyroxène, la gallinace (ou verre pyroxénique) et l'obsidienne (ou verre feld-spathique), ensuite le péridot, l'amphigène, et très-rarement le mica et l'amphibole. Le fer titané s'y rencontre constamment avec ses propriétés extrêmement saillantes. En outre, parmi les grains les moins fins, on observe des fragmens entiers, soit de pâtes scorifiées, soit de pâtes lithoïdes.

Si on étudie les caractères extérieurs des principaux mélanges,

on les voit s'accorder avec les résultats de l'analyse mécanique, c'est-à-dire avec la prédominance des quatre espèces de substances composantes que j'ai nommées les premières. Quant au caractère essentiel, celui qui se tire de la fusion, on ne peut l'apprécier convenablement que de la manière suivante. Il faut d'abord purger la cendre des parties attirables, la porphyriser, en fixer la poussière, soit sur le filet de disthène ou sur le charbon, et puis déterminer les propriétés du bouton vitreux obtenu au premier coup de feu. Ainsi essayées, les cendres se partagent en deux genres très-distincts, celles qui fondent en verre blanc rarement piqué de points verts, et celles qui fondent en verres ou émaux de couleur noire, ou d'un vert noirâtre plus ou moins foncé. Chacun de ces deux genres se subdivise naturellement en trois sortes, suivant que le mélange abonde, soit en cristaux microscopiques, soit en parties vitreuses, ou bien qu'il en renferme des quantités à peu près égales.

D'après ces données, les cendres volcaniques peuvent être minéralogiquement définies, savoir : les unes comme du feld-spath pulvérulent, ou du verre feld-spatique en poudre, mêlé d'une très-petite quantité de particules hétérogènes déterminées; les autres, comme du pyroxène pulvérulent, ou du verre pyroxénique en poudre, mélangé d'une très-grande quantité de particules hétérogènes connues. Ce n'est donc que par convention qu'on peut leur assigner une place dans la méthode. La dénomination de thermantide pulvérulente tenant à des considérations géologiques, étrangères au nouveau point de vue sous lequel j'estime que les cendres doivent être envisagées désormais, je crois qu'il est convenable de la réserver à des applications plus conformes à son étymologie; en conséquence je donne le nom de *cinérite* à la cendre pyroxénique, et celui de *spodite* à la cendre feld-spathique. Je partage la spodite et la cinérite en trois subdivisions fondées sur la composition mécanique, et qui sont pour chacune, la vitreuse, la semi-vitreuse et la cristallifère : les couleurs serviront à établir les variétés principales.

Sous le rapport de la définition géologique, les cinérites et les spodites doivent être regardées comme des sables microscopiques hétérogènes, formés des mêmes espèces de minéraux élémentaires que les pâtes lithoïdes, vitreuses ou scorifiées, et présentant des associations à peu près semblables, au milieu desquelles les caractères de fusion indiquent assez nettement la prédominance des parties feld-spathiques ou pyroxéniques. Du

reste, je n'ai pas besoin d'insister pour faire sentir qu'il doit exister un assez grand nombre de sous-variétés intermédiaires, soit entre les différentes variétés de spodite et de cinérite, soit entre ces mêmes variétés et les sables des déjections incohérentes.

J'avois pensé que je trouverois les débris des roches traversées par les éruptions, plus abondamment répandus dans les matières pulvérulentes que dans les autres produits des projections incohérentes; mais j'ai eu lieu de reconnoître que je m'étois trompé, et ceci est remarquable relativement à la question des *percées* volcaniques. Cette partie accessoire de mes recherches avoit un second but. En certaines localités, on trouve des fragmens projetés, qui, sous le rapport de la composition et de la contexture, n'ont d'analogues rigoureusement correspondans dans aucun terrain, mais qui se rapprochent tantôt des roches primitives granitiques, tantôt des roches volcaniques granitoïdes ou porphyriques. Ces fragmens accidentels sont en grande partie composés de minéraux volcaniques; mais de plus, on y observe, ainsi que dans les sables formés de leurs débris, plusieurs substances particulières en petits cristaux souvent entiers. On remarque encore dans les fissures et les boursoufflures de certaines laves lithoïdes, différentes substances cristallisées particulières, qui paroissent contemporaines à la coagulation, à raison de ce qu'elles s'étendent à quelque distance dans l'intérieur de la pâte; parmi tous ces minéraux accidentels, les uns sont connus depuis longtemps, parce qu'ils ont un volume assez notable; les autres, beaucoup plus rares, ont été successivement trouvés ou décrits par MM. Fleuriau de Bellevue (1), Thompson, l'abbé Gismondi,

---

(1) M. Fleuriau de Bellevue, dans un Mémoire imprimé il y a seize ans au *Journal de Physique*, tome LI, a développé des recherches très-délicates et très-heureuses, faites par lui sur plusieurs de ces minéraux ainsi que sur la gangue de ceux qu'on trouve à *Capo di Bove*, dans les Etats romains. Cette gangue, d'après mes résultats, se trouve au nombre des pâtes lithoïdes de composition anomale; mais cette circonstance n'ôte rien au mérite des probabilités générales que M. Fleuriau de Bellevue a déduites de son examen. En effet, cet habile observateur a soutenu que les cristaux apparens à la vue simple dans les produits volcaniques, devoient être le premier résultat de la coagulation; qu'il étoit indispensable d'examiner les très-petits cristaux disséminés dans b aucoup de roches nommées vaguement *cornéenne*, *basalte* et *wacke*, lesquelles comprennent, suivant lui, tantôt des agrégés, tantôt des mélanges dans toutes sortes de combinaisons; et qu'on ne parviendroit à bien classer

Néergaard, Grasset, Mouteiro et Nose; ces derniers, quoique d'un très-petit volume, sont encore apparens à la vue simple, et n'ont guère moins d'un millimètre de longueur; on leur donne communément (ainsi qu'à beaucoup d'autres cristaux d'un petit volume étrangers aux volcans) l'épithète de microscopiques; mais cette épithète ne sauroit plus leur appartenir, puisque leurs diamètres sont au moins vingt ou trente fois plus considérables que ceux des cristaux élémentaires des pâtes lithoïdes. Du reste, je n'ai trouvé aucune trace de ces minéraux accidentels dans les variétés de cendres que j'ai examinées. J'estime qu'en général ils doivent y être aussi excessivement rares que dans les pâtes lithoïdes elles-mêmes.

Je ne tirerai aucune conséquence de la corrélation remarquable qui existe entre la composition mécanique des cendres et celle des produits lithoïdes, vitreux et scorifiés de tous les âges, pour essayer d'expliquer la manière dont elles se forment. Ce problème reste à résoudre : les données m'en paroissent extrêmement compliquées, et encore trop imparfaitement connues. Mes résultats prouvent seulement que la presque totalité des cendres de chaque éruption se forme incontestablement aux dépens de la lave incandescente arrivant des entrailles de la terre, et que les couches volcaniques ou non volcaniques traversées, n'en fournissent qu'une très-foible portion; mais dans leur production, quelle part doit-on attribuer à l'excessive incandescence, à la vaporisation, à l'extrême boursoufflement, au refroidissement plus ou moins précipité et à la trituration? C'est ce qu'il sera bien difficile de déterminer d'une manière satisfaisante. Je me contente d'avoir défini ce qu'il y a de plus positif dans les formations volcaniques pulvérulentes, c'est-à-dire les élémens minéralogiques dont elles sont composées.

Jusqu'ici j'ai traité des substances volcaniques dites *en masse*, en les prenant telles qu'elles se présentent dans les terrains de tous les âges, lorsqu'elles n'ont subi aucune altération. Je vais passer en revue celles de ces substances que le temps, aidé de divers agens, a modifiées dans leur texture intime et leur composition mécanique : cet examen, qui sera rapide, exige que je développe quelques considérations préliminaires.

---

ces roches, qu'autant qu'on observeroit séparément chaque partie de celles qui se présentent à l'état d'agrégation cristalline.

CHAPITRE

CHAPITRE HUITIÈME.

Considérations préliminaires à l'examen des Tufs et des Wackes volcaniques de toute espèce.

A peine les matières volcaniques de notre âge sont-elles rejetées, qu'elles commencent à éprouver des altérations plus ou moins générales. Ces altérations sont très-sensibles dans les produits des plus anciennes éruptions dont l'histoire ait conservé le souvenir; leur intensité augmente, soit dans les produits des volcans brûlans antérieurs aux temps historiques, soit dans les produits des volcans éteints incontestables. On les voit plus fréquentes et plus avancées dans les grands systèmes de terrains volcaniques démantelés dont l'origine est foiblement contestée; elles sont souvent complètes et ont en quelque sorte atteint leur limite dans les terrains volcaniques extrêmement anciens, dont un assez grand nombre de minéralogistes méconnoissent l'origine.

Les causes principales de ces altérations sont faciles à imaginer, dans des masses aussi perméables que les couches volcaniques. C'est le lessivage des substances salines dont elles pouvaient être pénétrées ou recouvertes après la coagulation; c'est leur macération générale par les abondantes filtrations qui les abreuvent continuellement; c'est la circulation de toutes les molécules chimiques mises en liberté par suite des différentes actions auxquelles elles sont soumises; c'est le tassement, la décomposition et la conglomération opérés par les matières infiltrées, pour les couches pulvérulentes; c'est la désagrégation, la décomposition, la pression souvent énorme des masses supérieures, et le remplissage des boursoufflures et des vacuoles microscopiques, par un grand nombre de substances infiltrées et concrétionnées, pour toutes les pâtes scorifiées ou poreuses, et même pour une partie des couches lithoïdes ou vitreuses qui jouissent du tissu le plus serré.

Des causes analogues agissent avec plus d'énergie sans doute sur les matières volcaniques ensevelies dans les eaux de la mer, soit de temps immémorial, soit par les volcans brûlans qui en sont voisins, soit par le petit nombre de volcans brûlans sous-marins que nous connoissons, et peut-être aussi par ceux que nous ne connoissons pas. Mais à ces causes il faut ajouter la présence et l'action des substances dissoutes ou suspendues dans

les eaux salées, suivant leur profondeur, et l'excessive pression que la masse de ces eaux doit exercer dans tous les sens, en vertu des lois de l'hydrostatique; pression capable de vaincre, en beaucoup de cas, les obstacles opposés par la porosité la plus déliée. Les effets de ces causes réunies ne peuvent être que présumés; mais ces présomptions, rapprochées des conditions qui caractérisent l'état actuel des plus anciens lambeaux volcaniques qu'on trouve épars à la surface des continens, se montrent en harmonie avec les altérations singulières qu'on y observe et les circonstances accessoires de leur gisement.

Ces lambeaux, tantôt antérieurs, tantôt intercalés et tantôt superposés, soit aux terrains intermédiaires, soit aux terrains secondaires, soit aux terrains tertiaires, ont, à tous égards, suivi le sort de ces terrains (1) : par exemple, on les voit quelquefois participer aux dérangemens de stratification; du moins c'est ce qu'on doit raisonnablement supposer, lorsque les couches qui les composent se présentent avec des inclinaisons trop rapides pour qu'on puisse les croire originaires. Mais en outre, depuis que ces lambeaux subsistent, d'autres actions très-générales se sont exercées dans les terrains adjacens; c'est ainsi que les couches argileuses de plusieurs époques se sont consolidées; que les grès, les pouddingues et les brèches de toute espèce ont été cimentés par des sucs pierreux interposés; que les dépouilles des corps marins renfermés dans les pierres calcaires ont été remplacées par du carbonate de chaux spathique, du silex ou des pyrites, qui en ont pris les formes; qu'une foule de débris de végétaux enfouis, ont été déformés par la pression, chimiquement dénaturés et quelquefois même remplacés par différentes substances minérales; qu'une infinité de fissures et de fentes plus ou moins considérables ont été ressoudées par des infiltrations généralement calcaires ou quartzeuses; enfin que toutes les couches de la croûte du globe qu'on peut supposer avoir été formées ou

(1) Le mot *volcan* est encore une de ces expressions génériques bannales dont on a singulièrement abusé par suite de la pauvreté du langage géologique. Il a été un temps où tout lambeau volcanique étoit appelé volcan ; on considéroit comme un édifice complet d'éruption, le témoin presque méconnoissable de la ruine de l'édifice. On cherchoit des cratères là où le mobile appareil de la volcanicité a été démantelé, souvent même effacé presqu'en entier, par les grandes révolutions diluviennes auxquelles il faut attribuer la création des terrains intermédiaires, secondaires et tertiaires, ou tout au moins le dessin des formes actuelles que présente le relief des continens.

déposées par les eaux de la mer, ont été si complètement dessalées (1), du moins en apparence, que personne n'a encore eu la pensée d'y rechercher les dernières traces du muriate de soude et du muriate de magnésie.

D'après cette esquisse des causes qui ont pu agir sur les plus anciens lambeaux volcaniques et les terrains adjacens, on pourroit croire que ces lambeaux doivent présenter des résultats d'altération très-différens de ceux qu'on observe dans les matières volcaniques beaucoup plus récentes; mais il n'en est point ainsi, surtout quant à la composition mécanique et au tissu intime. C'est l'intensité des effets qui varie plutôt que leur nature. Par exemple, les plus anciennes matières volcaniques contiennent en général des concrétions infiltrées plus abondantes, et les influences du tassement et de l'affaissement s'y montrent beaucoup plus fréquentes et beaucoup plus considérables.

Rien de plus variable, au reste, que la marche et la combinaison des altérations de tout genre, non-seulement dans les formations volcaniques des différens âges, mais encore dans les systèmes d'une même époque, mais dans chaque système en particulier. Souvent dans le même système on voit des produits plus ou moins fortement attaqués, plus ou moins diversement altérés, recouvrir des couches parfaitement intactes, ou bien alterner avec elles. C'est ainsi que des tufs endurcis reposent sur des lits de scories lapillaires incohérentes, que des laves leucostiniques granulaires sont changées en wacke grise, tandis que leurs croûtes scorifiées vitreuses conservent jusqu'à leurs formes originaires, et que sous des wackes brunes amygdaloïdes, on observe des nappes basaltiques poreuses aussi fraîches et aussi peu traitables que si elles étoient coulées depuis un petit nombre de siècles.

---

(1) On ne trouve que de l'eau douce, quelque part que l'on creuse dans les parties solides de l'écorce du globe. La nature des principes dissous dans les eaux saumâtres des grandes plaines sablonneuses de l'Asie et de l'Afrique, n'est pas encore bien connue; on sait seulement que les lagunes et les lacs salifères tiennent en dissolution des substances très-variées. Parmi les sources minérales salines ou gazeuses, celles dans lesquelles le muriate de soude domine, sont les plus rares et contiennent en même temps des principes variables tout-à-fait étrangers à la salure uniformément composée des eaux de la mer. D'un autre côté, la nature et le mélange des ingrédiens dissous, soit dans les eaux de la mer, soit dans les sources minérales, soit dans les lacs et les lagunes, contrastent avec la composition des roches de muriate de soude natif, qui entrent dans la constitution de plusieurs parties des continens.

Mais de toutes les causes d'altération, c'est la décomposition qui travaille avec le plus d'énergie à défigurer et à dénaturer les parties soumises à son influence. Cette espèce de maladie des minéraux, si je puis m'exprimer ainsi, n'a exercé et n'exerce nulle part autant de ravages que dans les terrains volcaniques, parce que son action destructive ne trouve nulle part autant de prise. Fissures, boursoufflures et vacuoles microscopiques innombrables dans les masses denses; interstices multipliés à l'infini entre les masses pulvérulentes, les sables, les graviers et les fragmens des déjections incohérentes; alternances désordonnées des couches meubles avec les couches solides : telles sont les conditions qui caractérisent une extrême facilité d'accès, une perméabilité excessive qu'on chercheroit en vain dans tous les autres terrains. Aussi la décomposition n'attaque pas seulement les laves pulvérulentes, les pâtes scorifiées et les pâtes lithoïdes poreuses ou massives; elle pénètre encore les pâtes vitreuses presque homogènes, et quel que soit le volume des cristaux apparens à la vue simple, qui, disséminés dans ces différentes bases, leur donnent l'aspect porphyroïde, elle les détruit sans peine. Parmi ses effets les plus remarquables, je me contenterai de citer le feld-spath se résolvant en kaolin, le pyroxène en argile verte ou jaunâtre, le péridot en argile jaune, brune ou rougeâtre (1), l'amphigène en argile blanche, la pumite légère en terre blanche, la scorie légère en terre jaunâtre, brune ou d'un beau rouge, et la gallinace parfaite en terre savonneuse d'un gris verdâtre. Ajoutons que ces transmutations s'opèrent de la manière la plus capricieuse : tantôt ce sont les cristaux qui s'altèrent, et tantôt la pâte qui les enveloppe; dans la même masse, les cristaux d'une espèce se conservent dans leur intégrité, lorsque ceux des espèces différentes sont détruits depuis long-temps; enfin la même substance cède ou résiste indifféremment, dans des circonstances qu'on pourroit croire analogues.

---

(1) M. Faujas de Saint-Fond est le premier minéralogiste qui ait remarqué et décrit cette transformation du péridot; elle a échappé à de Saussure, qui en a examiné le produit sous le nom de *limbilite*, prenant ce produit pour une espèce minérale particulière, de formation contemporaine à celle de la lave enveloppante. MM. Brard et Lainé ont constaté, dans le Brisgaw même, que la limbilite de de Saussure n'étoit qu'un péridot parfaitement décomposé; j'ai eu occasion de me convaincre de l'exactitude de leur opinion; mais je conserve le nom de *limbilite*, parce que je pense qu'il faut donner des noms particuliers aux résidus de la décomposition chimique des minéraux; résidus qu'on ne doit pas confondre avec les résultats de la simple désagrégation.

L'exposé que je viens de tracer est déduit d'un grand nombre d'observations indépendantes de mes expériences; il suffirait presque, pour faire concevoir *à priori* la nature du tissu intime et la composition élémentaire des pâtes indéterminées que j'ai encore à examiner.

Ces pâtes offrent souvent un aspect très-différent de celui de leurs types originaires : les apparences spécieuses des caractères extérieurs les rapprochent alors beaucoup des cornéennes, des trapps et des pétrosilex : certaines variétés prennent même des ressemblances tout-à-fait séduisantes.

Mais ces apparences spécieuses, que l'examen comparatif de la composition mécanique et du tissu intime détruira facilement, céderoient à la seule comparaison des caractères empiriques respectifs; toutes les différences de ce genre que j'ai établies au quatrième Chapitre peuvent être reproduites ici. Je vais les fortifier, en rapportant de nouveaux élémens de contraste; élémens qui appartiennent aussi à une grande partie des roches volcaniques non altérées.

Les roches volcaniques ne contiennent pas de filons métallifères semblables à ceux qu'on exploite dans les autres terrains (1); les très-petits amas ou plutôt les traces métalliques qu'on y trouve fort accidentellement et fort rarement, présentent des substances minéralisées, associées ou gissantes d'une manière toute particulière.

Ces roches elles-mêmes forment très-souvent des filons dans toute sorte de terrains. La structure et les accidens singuliers de ces filons, dénoncent un remplissage d'un seul jet, une extrême liquidité préalable, et l'influence de pressions violentes exercées en vertu des lois qui président à l'équilibre des fluides.

Il est prouvé, par les recherches de M. Fleuriau de Bellevue, que la plus grande partie des pâtes volcaniques jouissent de la propriété de faire gelée avec l'acide nitrique affoibli (2). D'après quelques essais, je puis ajouter que l'intensité de ce caractère

---

(1) Les roches volcaniques extrêmement anciennes ayant participé à toutes les modifications éprouvées par plusieurs sortes de terrains à filons métallifères, dont elles sont contemporaines, il est évident qu'elles peuvent aussi contenir de ces filons ; mais le cas est rare et constitue une exception de peu d'importance, du moment que l'on considère le sol volcanique sous un point de vue tout-à-fait général.

(2) Mémoire précédemment cité, *Journal de Physiq.*, 1805, t. LX, p. 409.

tout-à-fait neuf et précieux, m'a paru proportionnelle à l'altération du tissu intime et des particules élémentaires.

Enfin il me semble que l'analogie des substances concrétionnées par infiltration dans les couches volcaniques de tous les âges et de tous les pays, constitue un dernier caractère empirique remarquable. Ces substances composent, en quelque sorte, une minéralogie à part; on ne reconnoît parmi elles qu'un petit nombre d'espèces appartenant aux autres terrains.

Toutes ces considérations générales exposées, il me reste à faire mention du soin que j'ai mis à compléter, avant d'entreprendre les expériences dont je vais rendre compte, les termes de comparaison expliqués au second Chapitre de ce Mémoire. A cet effet j'ai déterminé les caractères des différens produits fournis par la décomposition particulière, soit des pâtes vitreuses, soit des minéraux élémentaires qu'on voit figurer en cristaux apparens à la vue simple, au milieu des matières volcaniques de tous les âges. Je renvoie le détail de ces déterminations à la Table générale des expériences; je dirai seulement que la pumite légère et le feld-spath sont moins fusibles à l'état terreux; au contraire, la fusibilité augmente dans les autres minéraux décomposés.

CHAPITRE NEUVIÈME.

Examen des Pâtes indéterminées qui servent de base aux Tufs volcaniques de tous les âges.

Les substances que je vais examiner comprennent les différentes bases d'un aspect mat et terreux, blanches, grises, d'un gris verdâtre, d'un gris jaunâtre, d'un brun sombre ou d'un rouge vif, qui entrent dans la composition des roches qu'on appelle généralement *tufs volcaniques*, *brèches volcaniques*. Je range par conquent ici la thermantide tripoléenne de M. Haüy, la base du trass, celle du pépérino, le prétendu tripoli volcanique, les pouzzolanes parfaitement terreuses, les cendres décomposées de certains minéralogistes, la base du tuf volcanique et du tuf basaltique de M. Werner, la moya de M. de Humboldt, enfin l'argile volcanique grossière ou endurcie.

Les pâtes tufeuses offrent un grand nombre de variétés encore peu connues, surtout dans les écoles du nord de l'Europe. Elles se montrent avec les traits de l'identité la plus parfaite, dans les terrains volcaniques des différens âges. Leur gisement

présente des conditions analogues à celles qui caractérisent le gisement des cendres volcaniques. Tantôt elles constituent des amas ou des couches uniformes et sans mélange; tantôt et plus souvent elles contiennent des fragmens de toutes sortes, de toutes grosseurs et en toutes proportions, ce qui leur donne une structure de brèche plus ou moins prononcée. On se rappellera que, sous le point de vue que je considère, il faut faire abstraction de ces fragmens.

On croiroit difficilement, à voir l'aspect mat et terreux des bases tufeuses, qu'elles puissent être douées d'une texture intime très-distincte et d'une composition mécanique très-apparente. C'est cependant ainsi qu'elles se présentent lorsqu'on les soumet au microscope, en fragmens très-minces. Quel que soit le degré de leur consistance, on les prendroit, au premier aperçu, pour des laves lithoïdes parfaites, dont les grains élémentaires contrasteroient entre eux par des teintes plus tranchées que de coutume. Mais en les examinant plus attentivement, on reconnoît bientôt qu'elles offrent une mie plus lâche; que le volume des grains microscopiques est communément très-inégal, et qu'ils ne sont point entrelacés; que parmi ces grains, les uns sont durs, translucides ou demi-transparens, tantôt cristallisés et tantôt vitreux, tandis que les autres sont tendres, réduits à l'état terreux, parfaitement opaques, et se distinguent par des teintes très-prononcées. En général, l'opacité de ces derniers permet que chaque particule élémentaire figure nettement dans les masses et s'y présente constamment avec sa couleur propre; ce qui n'arrive pas dans les pâtes lithoïdes non altérées, à raison de ce que les grains blancs transparens ou translucides laissent passer la couleur des grains colorés qui se trouvent placés par-dessous.

Les pâtes tufeuses sont, ou *friables*, ou *consistantes*, ou *endurcies;* dans les premières, les particules élémentaires ne se tiennent qu'en vertu d'une adhérence extrêmement foible, produite par le simple tassement; dans les secondes, la cohésion dépend tout-à-la-fois du tassement et de la présence d'une petite quantité de matière interposée; dans les troisièmes, il existe un principe d'adhérence plus abondant, qui ne lie pas seulement les grains élémentaires les uns avec les autres, mais qui pénètre à l'intérieur de ceux de ces grains dont l'aspect est terreux, et leur restitue une dureté que la décomposition leur avoit d'abord enlevée. Une autre condition essentielle se combine aux précédentes, c'est la dureté propre à chacune des substances minérales infil-

trées qui jouent le rôle de ciment; en effet, la présence d'une petite quantité de ciment très-dur suffit quelquefois pour donner une extrême tenacité à certaines masses.

On isole facilement, à l'aide de la pulvérisation, les grains élémentaires des pâtes tufeuses friables. Quant aux pâtes consistantes ou endurcies, il faut commencer par chercher à détruire le principe étranger qui s'y trouve interposé. Lorsque c'est une matière calcaire, ce qui arrive souvent, on réussit facilement à l'enlever, à l'aide de l'acide acéteux ou de l'acide nitrique très-affoibli. Dans les autres cas, qui sont plus rares, j'ai trouvé qu'il valloit mieux renoncer à enlever le principe de cohésion et se contenter d'une précision moins grande; en conséquence, on pousse de suite la pulvérisation au degré convenable.

De quelque manière que l'on commence l'opération, on reconnoît qu'une partie plus ou moins considérable des grains microscopiques qui figuroient entiers dans les masses, se résolvent en parcelles terreuses excessivement fines et susceptibles de se délayer dans l'eau. Il faut conséquemment lotir le tout à l'aide du lavage, afin d'observer les susbtances élémentaires dans l'ordre des volumes.

Les grains ou cristaux microscopiques qui se conservent entiers, sont communément d'un volume inférieur à un trentième de millimètre, mais on en trouve de bien moins fins. Les plus aisés à reconnoître sont ceux de fer titané, qui paroissent comme indestructibles au milieu des altérations de tout genre; on retrouve dans les autres les différens minéraux volcaniques qui composent les *cinérites* et les *spodites;* les plus abondantes sont donc le feld-spath et le pyroxène; viennent ensuite les verres pyroxéniques (gallinace ou scorie), les verres feld-spatiques (pumite ou obsidienne) et le péridot, quelquefois l'amphigène, et très-rarement le mica.

Les résidus terreux des lotions se composent de parcelles impalpables confondues, lesquelles ne forment souvent pas la huitième ou la dixième partie des masses mises en expérience; quelquefois cependant elles en constituent plus du quart. Elles sont presque opaques, tantôt blanches et tantôt foiblement colorées en jaune, en vert, en brun ou en rouge; elles s'étendent au lieu de croquer sous le pilon. On ne peut pas rigoureusement déterminer leur nature; mais les caractères de fusion constatés avant le lavage, et les autres circonstances accessoires, suffisent

pour

pour faire croire qu'elles proviennent de la décomposition d'une partie des minéraux microscopiques élémentaires.

Je n'ai trouvé aucun procédé propre à déterminer directement quelles sont les substances minérales infiltrées autres que l'arragonite et la chaux carbonatée ordinaire, qui donnent de la consistance ou de la dureté aux bases tufeuses; différens caractères empiriques indiquent tantôt le fer hydraté, tantôt différentes zéolites, tantôt la silice hydratée. J'estime qu'en général on ne se tromperoit guère en concluant la nature du principe ou des principes de cohésion dominans dans un tuf quelconque, d'après l'espèce des minéraux concrétionnés qui occupent les boursoufflures des fragmens disséminés au milieu de la pâte. Au reste, l'insuffisance de mes recherches à ce sujet, me laisse peu de regrets; en étudiant les pâtes si nombreuses qui renferment de la chaux carbonatée microscopique, j'ai pu me convaincre que cette substance y forme des cloisons presque toujours imperceptibles, et que très-communément la somme des espaces qu'elle remplit ne s'élève pas à la centième partie du volume des masses; je n'ai pas eu lieu de présumer que les autres substances interposées puissent jouer un rôle plus important.

Ces données générales posées, je dois insister sur les trois exceptions suivantes:

Pour me conformer au préjugé d'aprés lequel on désigne assez vulgairement les brèches volcaniques comme des produits d'éruptions boueuses, j'ai cherché s'il existoit entre les pâtes tufeuses, des différences de tissu intime et de composition mécanique propres à caractériser deux ou plusieurs modes de formations distincts. Voici la seule différence que j'ai pu reconnoître : dans quelques-unes de ces pâtes, la majeure partie des particules terreuses au lieu de figurer comme des grains entiers ayant une existence indépendante, se montrent mêlées et confondues. Je reviendrai sur cette disposition particulière qu'on expliqueroit à la rigueur, en supposant un tassement postérieur à la décomposition.

Le tuf boueux moderne produit par une éruption du Tonguragua en 1797, et rapporté d'Amérique sous le nom de *moya* par M. de Humboldt, n'a point d'analogue parmi les matières tufeuses des autres pays. C'est un composé d'humus et de minéraux volcaniques réduits en un sable dont les grains sont de toutes dimensions, c'est-à-dire en partie grossiers, en partie microscopiques.

Enfin ce que j'ai dit de la proportion des substances hétérogènes infiltrées au milieu des différentes bases tufeuses dures ou consistantes, ne peut point s'appliquer à celles de ces bases qu'on peut nommer *mixtes* ou *bigènes*. Celles-ci, qui sont fort rares, se rencontrent à la jonction des couches volcaniques anciennes avec les couches calcaires. Elles renferment du carbonate de chaux compact, en toutes proportions; quelques-unes en tiennent plus de la moitié de leur volume (1).

Si nous revenons maintenant aux pâtes tufeuses considérées en général, je ferai remarquer que les deux modifications principales de la composition mécanique sont assez nettement indiquées par le caractère qui se tire de la fusion. En effet, une partie donne assez difficilement un verre blanc ou légèrement coloré, l'autre partie fond avec facilité en verre ou émail noir, ou d'un vert foncé.

D'après ces résultats, voici comment il faut concevoir l'existence minéralogique des pâtes tufeuses.

Parmi celles qui fondent en verre blanc ou légèrement coloré, les unes peuvent être définies comme feld-spath granulaire en partie décomposé et mêlé d'une petite quantité de particules étrangères connues : je les nomme *trassoïte;* les autres doivent être envisagées comme verre feld-spathique (pumite ou obsidienne) granulaire en partie décomposé et mélangé d'une petite quantité de particules hétérogènes déterminées : je les nomme *alloïte.*

Parmi celles qui donnent un verre ou un émail fortement coloré en noir ou vert noirâtre, les unes peuvent être considérées

---

(1) Lorsqu'on rencontre des coquilles dans les couches des terrains volcaniques démantelés, c'est ordinairement aux tufs mixtes ou bigènes qu'elles appartiennent; beaucoup de minéralogistes se sont étonnés de la présence de ces coquilles; je m'étonne, au contraire, qu'elles n'y soient pas plus abondamment répandues. Il doit s'en trouver bien davantage dans les tufs modernes simples ou bigènes qui se forment journellement au pied des volcans brûlans dont les bases sont baignées par la mer. Ajoutons que les courans modernes du Vésuve, de l'Etna et des îles Canaries, qui sont arrivés jusqu'à la mer et se sont avancés dans ses eaux, reposent à leur extrémité sur des détritus mixtes très-coquilliers, et présentent en outre des dépouilles de corps marins logées entre les fissures de la lave et les cavités des croûtes scorifiées inférieures et supérieures; les terrains volcaniques sous-marins formés depuis les temps historiques aux Açores et dans l'Archipel grec, doivent renfermer un bien plus grand nombre de ces dépouilles.

comme pyroxène granulaire en partie décomposé et mêlé d'une très-grande quantité de particules hétérogènes connues, que la décomposition a également attaquées : je les appelle *tufaïte ;* les autres pourront être regardées comme verre pyroxénique (gallinace ou scorie) granulaire en partie décomposé et mélangé d'une très-grande quantité de particules étrangères déterminées, sur lesquelles la décomposition a aussi produit ses effets : je leur donne le nom de *pépérite.*

La *pépérite*, la *tufaïte*, l'*alloïte* et la *trassoïte* se partageront chacune, à raison des degrés de solidité, en trois subdivisions principales, savoir : la friable, la consistante et l'endurcie : les accidens de coloration serviront à établir les variétés principales.

A l'aide des définitions précédentes, les pâtes tufeuses pourront donc obtenir désormais des places de convention dans la méthode purement minéralogique, et se trouver décrites à la suite, soit du pyroxène, soit du feld-spath. On conçoit du reste, sans que j'aie besoin de m'appesantir à ce sujet, que ces masses sont trop compliquées pour qu'il n'existe pas un grand nombre de variétés mixtes entre les quatre divisions que je viens d'établir.

Ajoutons maintenant que sous le point de vue géologique, la trassoïte, l'alloïte, la tufaïte et la pépérite doivent être définies comme grès microscopiques composés de particules minérales hétérogènes, les unes dures, les autres tendres et terreuses, et liées entre elles, soit par le tassement, soit par l'interposition de différentes substances disséminées sous forme de ciment presque toujours imperceptible ; particules analogues d'ailleurs à celles qui constituent les différentes variétés de cinérite et de spodite.

Dans le cours des recherches précédentes, je n'ai pas omis de comparer certains tufs feld-spathiques avec les tripolis du commerce et celui du Ménat en Auvergne; les différences sont bien tranchées : je ne dois pas négliger d'en donner ici l'indication. Le tripoli de Ménat n'est rien autre chose que le *squelette siliceux* d'une argile schisteuse (schiefer thon) vitriolisée par la décomposition spontanée des pyrites accompagnantes. La localité de Ménat m'étant connue, je puis assurer qu'il n'y existe aucune matière volcanique ancienne ou moderne, et que c'est à tort que plusieurs minéralogistes ont supposé le contraire.

L'argile schisteuse intacte s'y présente en couches régulières; sa couleur est d'un gris verdâtre et son grain très-fin ; elle renferme de nombreux tubercules de pyrite radiée et des empreintes de poissons extrêmement rares. Les tripolis du commerce que j'ai pu me procurer, m'ont également montré les caractères d'un squelette siliceux formé aux dépens de schistes argileux, auxquels l'action lente d'un acide auroit enlevé tous les principes chimiques susceptibles de donner des sels solubles; mais je ne saurois dire si leur production doit être attribuée à la décomposition des pyrites accompagnantes, ou aux vapeurs sulfureuses d'un terrain houiller incendié, ou bien à la macération corrosive opérée par une eau minérale quelconque.

J'ai vainement cherché, dans les ouvrages des auteurs de minéralogie les plus recommandables, la définition rigoureuse de ce qu'ils entendent par une *éruption boueuse;* cette expression me paroît susceptible d'être rangée parmi celles qu'on devroit bannir de la science, comme énonçant des notions inexactes, vagues, ou trop hypothétiques; elle consacre en effet un préjugé bien mal fondé, si on a voulu dire que la matière des pâtes tufeuses anciennes a pu être apportée des foyers volcaniques, toute délayée, ou toute dissoute dans un liquide, et qu'elle a été vomie et cristallisée à la manière des laves; à coup sûr une semblable hypothèse n'a pu être conclue d'après le rôle que l'eau joue dans les volcans modernes. Nous savons que les foyers volcaniques en repos exhalent continuellement des vapeurs aqueuses accompagnées de matières très-hétérogènes également en vapeurs; mais ces matières n'ont aucun rapport avec les grains ou cristaux élémentaires des pâtes tufeuses. Nous savons encore que certaines éruptions historiques ont rejeté des masses d'eau liquide qui se sont épanchées en torrens; mais il faut considérer que ces épanchemens sont extrêmement rares et accompagnés de circonstances (1) qui permettent de les regarder comme des accidentels dans la série des phénomènes essentiellement volcaniques;

(1) Ces épanchemens ne produisent ordinairement que de l'eau douce; tel a été celui de 1755 à l'Etna; tels sont ceux de la Cordilière des Andes en Amérique. Ces derniers contiennent quelquefois une multitude infinie de poissons. M. de Humboldt, à qui on doit cette curieuse observation, pense que les lacs souterrains dans lesquels vivent ces animaux, sont à une très-grande élévation au-dessus du niveau de la mer. On trouve les mêmes espèces dans les ruisseaux qui coulent au pied des cratères. *Journ. de Phys.*, 1805, t. LX, p. 243.

on ne doit pas perdre de vue surtout, que leur volume a été communément peu considérable, en ne supposant même aucune exagération dans les récits qui en ont transmis le souvenir. Roulant au reste sur des pentes rapides, tantôt composées de détritus incohérens, tantôt recouvertes d'un humus meuble, profond et riche en principes végétaux, il est tout simple que les torrens volcaniques se chargent jusqu'à saturation mécanique de toutes ces matières et les étendent au pied des montagnes, sous forme de fragmens amoncelés, de graviers, de sables et de boues fétides. Les prodigieuses averses qui accompagnent quelquefois les éruptions ordinaires, produisent des effets analogues; mais les caractères de ces alluvions locales, de ces envasemens accidentels, diffèrent beaucoup de ceux que présentent la composition spéciale, la structure uniforme, la stratification si particulière et la puissance si bien réglée des assises de cendre, de tufs et de brèches qu'on voit s'étendre presque indéfiniment dans les grands systèmes volcaniques de tous les âges. D'où on peut dire que si l'eau a eu quelque part à l'étendage des matières incohérentes qui ont servi de base à certaines couches très-anciennes de brèches et de tufs volcaniques, il en a fallu un volume hors de toute proportion avec celui que nous ont offert les érosions produites par les éruptions aqueuses observées jusqu'à présent.

Ces considérations sommaires rapprochées des résultats de mes expériences, excluent, ce me semble, complètement l'hypothèse des éruptions boueuses. Il faut donc admettre en principe, que les particules élémentaires des pâtes tufeuses anciennes ont été originairement formées par la voie sèche comme celles des pâtes modernes, et qu'elles sont sorties des orifices volcaniques de la même manière, c'est-à-dire à l'état de déjections pulvérulentes. Mais après leur sortie, a-t-il pu se faire que, dans certains cas, elles aient été reçues ou déplacées par les eaux des grandes inondations qui ont anciennement couvert les continens? c'est ce que je n'entreprendrai pas de discuter. La solution de cette question est indifférente pour mes résultats; en cas d'affirmative, il s'ensuivroit seulement qu'il faudroit compter une cause de plus parmi celles qui ont concouru à la formation si compliquée des pâtes tufeuses en général; et les puissans effets des tremblemens de terre, considérés comme principaux agens de tassement, n'en subsisteroient pas moins.

CHAPITRE DIXIÈME.

Examen des Pâtes indéterminées qui composent les Wackes volcaniques de toutes couleurs, massives ou poreuses.

Sous la rubrique de wackes de toutes couleurs, je comprends ici momentanément toutes les bases indéterminées qui proviennent de l'altération des pâtes lithoïdes, vitreuses ou scorifiées quelconques; je confonds par conséquent dans cette grande Section, les laves argilo-ferrugineuses décomposées de Dolomieu, la cornéenne volcanique et le basalte décomposé de de Saussure, la plupart des trapps de M. Faujas de Saint-Fond, tous les trapps et toutes les cornéennes amygdaloïdes, y compris même l'ophite antique, les scories amygdaloïdes, une partie des thermantides cimentaires de M. Haüy, la plus grande partie des wackes de M. Werner, comme aussi la plupart des variétés de son thonporphyre qui ne contiennent pas de quartz, les laves feld-spathiques compactes et pétrosiliceuses décomposées de Dolomieu, la phonolite décomposée de M. Daubuisson, la domite décomposée, les pierres ponces décomposées, enfin les argiles volcaniques rudes et grossières.

Avant de rendre compte de l'examen de ces nombreuses substances, je dois rappeler que parmi les produits incontestables des volcans brûlans, on ne trouve guère changées en pâte de wacke que certaines croûtes scorifiées, grumeleuses ou pesantes placées au-dessous et au-dessus des courans lithoïdes, et un assez bon nombre de fragmens de lave lithoïde, ou de scories de toutes sortes qui se trouvent dispersés dans les cendres et les tufs. Les mêmes altérations sont plus fréquentes dans les produits incontestables des volcans éteins; mais elles y attaquent rarement les laves lithoïdes poreuses, et plus rarement encore les laves compactes et les laves vitreuses. Au contraire, dans le sol volcanique le plus ancien, et dont l'origine est fortement contestée, il n'y a communément que les masses extrêmement denses qui aient été préservées d'un commencement d'altération. Du reste, entre les pâtes volcaniques intactes de tous les âges et les pâtes de wackes congénères, il existe une foule de variétés intermédiaires qui, tout en attestant l'identité d'origine, suffiroient pour faire préjuger avec une assez grande exactitude, le tissu intime et la composition mécanique dont chaque sorte de wacke est effectivement douée.

Considérées en grand, les pâtes de wacke se distinguent empiriquement des pâtes de tuf par leur porosité, par leur contexture souvent porphyrique ou amygdaloïde, par les conditions de leur stratification, et par l'absencce de tout fragment hétérogène disséminé ; mais celles produites par l'affaissement des scories grumeleuses ou pesantes peuvent souvent donner lieu à des méprises. On en trouvera des exemples dans la Table générale de mes expériences.

Exposées au microscope, en fragmens très-minces, leur aspect ne diffère pas de celui des bases tufeuses, si ce n'est peut-être par le volume un peu plus gros et plus égal des particules élémentaires. D'ailleurs leur texture granitique est très-distincte et leur composition mécanique très-apparente. L'opacité d'une partie des grains microscopiques et le relâchement de leur adhérence, font ressortir les teintes blanches, jaunâtres, verdâtres, rougeâtres ou noires, propres à chaque espèce. Lorsque les grains sont peu fins, il ne faut pas même emprunter le secours de la loupe pour reconnoître la contexture granitique des masses; c'est ce qu'on observe très-bien, par exemple, lorsqu'on examine à une vive lumière l'écorce décomposée qui revêt souvent la surface des blocs de lave lithoïde qui ont été long-temps exposés à l'action de l'air.

Le degré de consistance des différentes pâtes de wacke est en rapport avec l'état de leur texture intime; il en résulte que quelle que soit leur composition mécanique, ces pâtes peuvent être divisées en *wackes solides*, *wackes friables* et *wackes endurcies*.

Dans les wackes solides, l'adhérence des grains ou cristaux élémentaires est foiblement relâchée; on observe souvent entre eux des vacuoles ou des boursoufflures microscopiques; ils conservent la dureté et les autres caractères propres à chacune des espèces minérales auxquelles ils appartiennent : un petit nombre seulement tendent à passer à l'état terreux.

Dans les wackes friables, au contraire, les vacuoles et les boursoufflures microscopiques ne sont presque plus sensibles; un grand nombre de grains ou cristaux élémentaires sont à l'état terreux ; leur proportion varie du dixième au quart des masses ; aussi ne les examine-t-on convenablement qu'à l'aide de lotions préalables.

Les wackes endurcies sont les plus rares; on n'y trouve point

des vacuoles; certaines variétés offrent seulement quelques boursoufllures microscopiques. Il faut renoncer à les étudier avec une précision rigoureuse, lorsque leur dureté est occasionnée par une substance infiltrée autre que la chaux carbonatée; mais lorsqu'elles sont cimentées par l'interposition de cette dernière substance, ce qui est le cas le plus ordinaire, on enlève préliminairement la matière calcaire, et on lotit le résidu pulvérulent par des lavages. On trouve alors que la plupart des grains microscopiques qui figuroient entiers dans la pâte endurcie, se réduisent plus ou moins complètement en particules terreuses impalpables.

Les grains ou cristaux microscopiques qui persistent dans leur intégrité au milieu de toutes les wackes, sont facilement déterminées, et présentent les mêmes espèces de minéraux élémentaires que toutes les autres pâtes volcaniques précédemment examinées. Le fer titané s'y reproduit constamment, et paroît résister à tous les genres d'altération; sa présence fournit un caractère d'une haute importance. Les minéraux prédominans sont le feld-spath et le pyroxène; on trouve plus rarement le péridot et l'amphigène; le mica et l'amphibole sont excessivement rares, et ne se rencontrent que dans les pâtes complètement feld-spathiques. Dans les pâtes de wacke scoriformes, c'est communément le verre pyroxénique (scorie ou gallinace) ou bien le verre feld-spathique (pumite ou obsidienne) qui dominent; ces substances vitreuses se montrent entrecoupées d'une foule de gerçures déliées, et figurent ainsi comme des grains très-irréguliers et de toutes dimensions; leur nature deviendroit bien difficile à reconnoître, si on n'étoit pas mis sur la voie par la considération des boursoufllures microscopiques qu'elles renferment; boursoufflures qu'on ne peut pas confondre avec des vacuoles, car la forme des vacuoles est toujours irrégulière.

Il n'est pas possible de déterminer aussi nettement la nature des grains terreux. Il faut étudier leurs caractères avant de pulvériser et de laver, car le résidu des lotions ne fournit que des poudres impalpables, diversement colorées, et dont les parcelles confondues s'étendent au lieu de croquer sous le pilon. Avec du soin on parvient à isoler assez complètement les grains terreux. En rapprochant les caractères qu'ils présentent des circonstances accessoires de leur existence, on est conduit à reconnoître qu'ils appartiennent aux mêmes espèces minérales que les grains ou cristaux microscopiques durs et intacts qui font

partie

partie des mêmes masses; c'est ainsi qu'il n'est pas difficile de retrouver le kaolin dans la plupart des grains élémentaires terreux de couleur blanche, le pyroxène décomposé dans ceux d'un vert pâle, et la limbilite ou péridot décomposé dans ceux d'un vert jaunâtre, d'un brun jaunâtre, ou d'un rouge très-foncé (1).

Du reste, les formules d'association des grains élémentaires de toute espèce (abstraction faite de leur état de conservation) ne diffèrent pas de celles qui expriment la composition mécanique des bases lithoïdes, scorifiées ou vitreuses, dont les différentes pâtes de wacke sont congénères. Aussi, d'après les conditions de leur fusion, ces pâtes se divisent-elles en deux grandes classes, celles qui donnent un verre blanc ou très-légèrement coloré, et celles qui fondent en un verre ou émail noir, ou d'un vert noirâtre foncé.

Lorsque ce n'est pas la chaux carbonatée qui endurcit les pâtes de wacke, on peut présumer, en se fondant sur une réunion de considérations empiriques très-puissantes, et que les minéralogistes exercés trouveront facilement sans que j'en fasse ici le détail, on peut présumer, dis-je, que cette fonction est remplie par des substances très-variées, à la tête desquelles il faut placer les différentes espèces de zéolites, les hydrates de fer et de silice, le quartz ou la calcédoine; ces dernières substances sont effectivement celles qui se montrent le plus fréquemment concrétionnées ou cristallisées dans les boursoufflures apparentes à la vue simple, non-seulement des pâtes de wacke en général, mais encore de toutes les autres bases volcaniques non altérées.

L'abondance des principes minéraux infiltrés, la dureté propre à chacun d'eux, déterminent en grande partie le degré de consistance des pâtes de wacke endurcies. En effet, leur fonction ne se borne pas à remplir les vacuoles microscopiques de ces pâtes, ils pénètrent au milieu des grains élémentaires réduits à l'état terreux, et cimentent ainsi très-intimement les masses les plus altérées. Du reste, la présence de ceux qu'on ne peut enlever, du moins par les moyens dont j'ai essayé de faire usage,

(1) Je range ici avec la limbilite d'un rouge brun, une substance qui joint quelquefois à cette couleur un éclat un peu métalloïde, et qui est assez commune parmi les grains microscopiques terreux des wackes pyroxéniques amygdaloïdes. Le parti que j'ai pris à l'égard de cette substance, me laisse des doutes que j'espère lever de manière ou d'autre, avant la publication de la Table générale de mes expériences.

ne sauroit influer sensiblement sur les résultats d'analyse mécanique. En effet, d'après différentes considérations, et surtout d'après le rôle que joue la chaux carbonatée, j'estime que l'espace total occupé par ces principes dans les masses qui en contiennent le plus, est toujours fort au-dessus de la soixantième partie du volume. Les pâtes de wacke scoriformes peuvent en contenir davantage, mais c'est un cas assez rare.

On voit, par ces observations, que quoique les pâtes de wacke soient des corps extrêmement compliqués, leur définition minéralogique n'en est pas moins facile à construire. Parmi celles qui fondent en verre blanc ou très-foiblement coloré, les unes doivent être considérées comme feld-spath granulaire à grains microscopiques, décomposé en partie, mêlé de particules hétérogènes connues, et parsemé de vacuoles plus ou moins rares : je les nomme *téphrine ;* les autres peuvent être envisagées comme verre feld-spathique (pumite ou obsidienne) entrecoupé d'une infinité de fissures microscopiques, décomposé en partie, plus ou moins parsemé de boursoufflures extrêmement petites, et mélangé d'une quantité plus ou moins considérable de cristaux intacts ou altérés, soit feld-spathiques, soit hétérogènes déterminés : je les nomme *asclérine.* Parmi les pâtes de wacke qui fondent en verre ou émail noir, ou d'un vert noirâtre, les unes pourront être regardées comme pyroxène granulaire à grains microscopiques, décomposé en partie, mélangé d'une quantité considérable de particules étrangères déterminées (feld-spath, fer titané, péridot, etc.) également attaquées par la décomposition, et parsemé de vacuoles plus ou moins rares : je leur conserve le nom de *wacke* proprement dite; les autres pourront être définies comme verre pyroxénique (scorie ou gallinace) entrecoupé d'une infinité de gerçures microscopiques, décomposé en partie, plus ou moins parsemé de boursoufflures extrêmement petites, et mêlé d'une quantité plus ou moins considérable de particules intactes ou altérées, soit pyroxéniques, soit hétérogènes connues : je les appelle *pozzolite.*

D'après ces formules de convention, mais dont les bases sont rigoureuses, la pozzolite, la wacke, la téphrine (1), l'asclérine

(1) Le nom de *téphrine* a déjà été employé par M. Delamétherie, par M. Brongniart et par moi-même dans une acception un peu différente, qui, d'après mes expériences, me paroît devoir être rectifiée. En effet, nous avons confondu les leucostines grises altérées avec une partie de celles qui ne le sont pas et avec les vrais basaltes d'un gris très-clair.

pourront désormais être placées et décrites dans les méthodes minéralogiques, à la suite, soit du pyroxène, soit du feld-spath. Les degrés de consistance fourniront, pour chacune des divisions que je viens d'établir, trois subdivisions, savoir: celles de *solide*, de *friable* et d'*endurcie :* les accidens de forme et de coloration serviront à motiver les variétés principales de chaque subdivision.

Considérées géologiquement, les pâtes de wacke de toute espèce sont ou des granites microscopiques avec vacuoles plus ou moins rares, ou des porphyroïdes microscopiques avec boursoufflures aussi plus ou moins rares, dont les parties élémentaires sont les unes dures et les autres tendres et terreuses; parties qui d'ailleurs dépendent ou dérivent d'espèces minérales identiquement analogues à celles qui constituent les pâtes lithoïdes, scorifiées ou vitreuses qui n'ont subi aucune altération. En d'autres termes, l'asclérine est congénère des pumites et des obsidiennes, la téphrine des leucostines (1), la wacke proprement dite des basaltes, et la pozzolite des scories et des gallinaces.

Je ferai maintenant observer que les laves amygdaloïdes à base de wacke proprement dite, dont l'origine a été le plus fortement contestée, sont celles qui m'ont en général offert les caractères les plus prononcés à l'analyse mécanique: je citerai les toadstones d'Angleterre, les variolites du Drac dans les Alpes du Dauphiné, et les belles amygdaloïdes d'Oberstein dans le Palatinat. J'ai en outre découvert dans beaucoup de ces pâtes de wacke proprement dite, des cristaux de pyroxène nombreux et apparens à la vue simple, qu'on avoit pris, soit pour de l'amphibole, soit pour de la terre verte, ou bien auxquels on n'avoit pas fait attention, parce qu'ils sont amorphes de première origine, ou déformés par suite de leur décomposition.

J'ai vainement cherché l'amphibole dans la presque totalité des pâtes dont je viens de traiter dans ce Chapitre; ce minéral ne s'est présenté que dans quelques variétés de téphrine, où son

---

(1) Le nom de *leucostine* a été fait il y a quelques années par M. Delamétherie, pour désigner la base du porphyre rouge antique. Il m'a paru que ce nom, d'après son étymologie, conviendroit mieux aux pâtes lithoïdes abondant en cristaux microscopiques de feld-spath. En effet, j'ai trouvé que les grains élémentaires de la base du porphyre rouge, sont tous de couleur rosée ou d'un rouge brun très-clair.

rôle est si restreint, qu'on pourroit l'y regarder comme accidentel, manière de voir qui ne seroit cependant point exacte. Au reste, M. Faujas de Saint-Fond avoit reconnu depuis longtemps, que les pâtes minérales qu'il appelle *trapps* (1) ne contiennent pas d'amphibole. Or les trapps de M. Faujas comprennent entre autres substances, les bases auxquelles je donne ici le nom de *wacke* proprement dite.

A la rigueur, tant qu'on ne connoîtra pas le gisement de l'ophite antique, ce porphyre ne devroit figurer que par appendice dans la classification des roches. Cependant j'ai cru qu'il ne seroit pas inutile d'en examiner la pâte. On sait que de Saussure avoit fait de cette pâte une espèce minérale particulière sous le nom d'*ophibase;* je n'y ai trouvé qu'une wacke proprement dite, à grains fins, endurcie par de la calcédoine. Il m'a été impossible d'y découvrir la moindre trace d'amphibole. La présence du pyroxène microscopique dans cette pâte se trouve confirmée par un caractère empirique essentiel, que je dois signaler aux minéralogistes, et qui consiste en ce que certaines variétés extrêmement rares, renferment, indépendamment des cristaux apparens de feld-spath, d'autres cristaux également très-apparens à la vue simple, qui sont composés de pyroxène translucide et du plus beau vert.

Cette dernière observation me ramène naturellement à rappeler ici un des résultats les plus généraux de mes recherches, savoir, que parmi les préjugés qui ont retardé les progrès de la Géologie, il n'en est pas de plus mal fondé que celui d'après lequel on a supposé jusqu'à présent, que dans presque toutes les substances minérales compactes volcaniques ou non volcaniques qui jouent un certain rôle dans la composition des montagnes, la couleur verte ou noire étoit donnée par l'amphibole disséminée en particules indiscernables.

CHAPITRE ONZIÈME.

Résumé général.

Je récapitulerai maintenant les principaux résultats du système d'expériences et d'observations dont j'ai rendu compte dans le cours de ce Mémoire.

---

(1) *Histoire naturelle des Roches de trapp*, Paris, 1813.

On voit que la totalité des substances minérales dites *en masse*, qui servent de bases aux roches volcaniques de tous les âges et de tous les pays, et dont la nature étoit restée jusqu'à présent en problème, tant sous le rapport minéralogique que sous le point de vue géologique, se trouvent rigoureusement définies à l'aide d'un nouveau mode d'analyse, d'une sorte d'Anatomie comparée ;

Que le tissu homogène et uniforme, soit compact, soit vitreux, soit terreux, dont ces substances semblent douées lorsqu'on les examine à la vue simple, n'est, à l'exception de certains cas déterminés extrêmement rares, qu'une fausse apparence ;

Qu'elles sont presque toutes mécaniquement composées de cristaux microscopiques, appartenant à un très-petit nombre d'espèces minérales connues, auxquelles se mêlent, dans certains cas déterminés, des matières vitreuses plus ou moins abondantes ;

Que les cristaux microscopiques élémentaires appartiennent au feld-spath, au pyroxène, au péridot, au fer titané, moins souvent à l'amphigène et fort rarement au mica, à l'amphibole ou au fer oligiste ;

Que, d'après des probabilités très-grandes, les matières vitreuses élémentaires, alors même qu'elles ne sont point mélangées de cristaux microscopiques, ce qui est extrêmement rare, renferment les principes prochains des pâtes complètement lithoïdes, principes agrégés alors sous forme de particules tout-à-fait indiscernables, et réduits peut-être au volume moléculaire ;

Que dans une partie des substances volcaniques dites *en masse*, les cristaux microscopiques élémentaires et les matières vitreuses, lorsqu'elles en contiennent, se trouvent souvent dans un état de décomposition plus ou moins avancé ;

Que parmi ces substances, dont les élémens sont plus ou moins attaqués par la décomposition, certaines doivent leur consistance à des matières étrangères, interposées en particules presque toujours indiscernables ;

Que quel que soit l'état de conservation ou d'altération des substances volcaniques dites *en masse*, les minéraux élémentaires ne forment communément que des associations ternaires ou quaternaires, au milieu desquelles tantôt le feld-spath et tantôt le pyroxène prédominent constamment, non-seulement par leur

abondance, mais encore par l'influence des caractères qui leur sont propres;

Que cette constante prédominance, combinée aux autres conditions que présente la composition mécanique, et aux caractères extérieurs qui en résultent, permet de diviser méthodiquement les substances volcaniques dites *en masse*, à l'aide de coupures naturelles assez nettement circonscrites, et même à la rigueur, de leur assigner des places de convention dans la méthode minéralogique;

Qu'on peut partager ces substances en seize *types* principaux, susceptibles de produire quarante-huit *sous types*, au moyen de subdivisions assez exactement motivées, et pouvant, à l'aide de considérations très-plausibles, être rapportés au feld-spath ou pyroxène comme modifications spécifiques plus ou moins imparfaites : types qui, à raison de l'importance du rôle qu'ils jouent dans la constitution de l'écorce du globe, doivent être l'objet de descriptions détaillées et d'une nomenclature particulière, comme s'ils étoient réellement simples et homogènes, mais qu'on ne peut, dans aucun cas, considérer comme de véritables espèces;

Que de quelque manière qu'on dispose ou qu'on multiplie les subdivisions à établir entre ces types, il restera toujours entre ceux de même espèce ou d'espèce différente, un assez grand nombre de variétés mixtes pour attester qu'ils sont respectivement congénères;

Que les analogies que l'on a cru exister entre quelques-uns de ces types et les substances élémentaires des roches primordiales, intermédiaires ou secondaires, à base de pétrosilex, de trapp et de cornéenne, ne soutiennent pas un examen rigoureux et ne sont pas fondées : en d'autres termes, que ces trapps n'ont point d'analogues dans les terrains dont la formation est unanimement regardée, par les géologues, comme absolument étrangère aux volcans;

Que les différences qu'on a remarquées entre certaines variétés de laves modernes et certaines laves anciennes de même nature, n'ont d'autre fondement que de très-légères modifications de contexture intime, tenant d'une part à l'abondance, et de l'autre à la rareté, ou même à l'absence (en cas de remplissage complet par infiltration) des vacuoles existantes entre les cristaux microscopiques élémentaires;

Que, proportion gardée des différences qui tiennent à l'ancienneté relative, les différens types se présentent avec les traits de l'identité la plus parfaite dans les roches volcaniques de tous les pays comme dans celles de tous les âges ;

Que le sol volcanique considéré dans son ensemble et sous le point de vue le plus général, offre une composition toute particulière, et une constitution qu'on ne retrouve point dans les autres terrains ;

Que parmi les causes dont ce sol est le produit, il faut surtout remarquer la loi qui préside à la coagulation de la matière incandescente des éruptions, et qui presque toujours résout complètement cette matière en une immensité de cristaux microscopiques ;

Enfin, que si la Chimie et la Minéralogie ont été si longtemps muettes sur la véritable nature des substances dites *en masse*, qui constituent le fond de toutes les couches volcaniques, c'est que l'une et l'autre, s'arrêtant à la simplicité apparente de ces substances, prenoient les caractères composés des différens mélanges pour des propriétés spécifiques essentielles ; on ne pouvoit résoudre la difficulté qu'en employant des procédés pour ainsi dire moyens entre les leurs, ceux de l'analyse mécanique.

Il faut convenir que si ces résultats tendent à placer les minéralogistes et les géologues dans un nouvel ordre d'idées, en leur montrant dans le sol volcanique un monde minéralogique, s'il est permis de s'exprimer ainsi, dont tous les individus ont une existence propre et un rôle presque indépendant, il tenoit à bien peu de chose que cette connoissance ne nous fût jamais acquise : un degré de ténuité de plus dans le volume des individus, et le problème de la composision des terrains formés par les volcans de tous les âges, pouvoit rester complètement insoluble.

Je termine en présentant le Tableau de la nouvelle distribution méthodique que je propose pour l'ensemble des substances volcaniques dites *en masse.* J'espère que la synonymie que j'y ai jointe pourra suffire, en attendant que je publie les *descriptions minéralogiques* des différens types et sous-types (1).

---

(1) Je nomme *types* ce qu'on pourra appeler *modification principale* d'une des deux espèces prédominantes, dans la méthode de M. Haüy, et ce-

DISTRIBUTION MÉTHODIQUE

DES SUBSTANCES VOLCANIQUES DITES *EN MASSE.*

SECTION I.

Substances Feld-Spathiques : *dans lesquelles les particules du feld-spath sont très-prédominantes.*

A) *NON ALTÉRÉES.*

TYPE I.

Composées exclusivement de Cristaux microscopiques entrelacés, d'un égal volume, adhérens par leur simple juxtaposition, offrant entre eux des vacuoles plus ou moins rares.

LEUCOSTINE.

Sous-Types.

a) Leucostine compacte.	*Synon.*	Lave lithoïde pétrosiliceuse, feld-spath compact sonore, klingstein, phonolite, hornstein volcanique.
b)——————écailleuse.	———	Sorte nouvelle dans laquelle beaucoup de cristaux de feld-spath sont plats et posés dans le même sens; graustein de M. Werner?
c)——————granulaire.	———	Domite, base d'une partie des thonporphyres de l'Auvergne et probablement de Hongrie; base d'une partie des porphyres trappéens de M. de Humboldt.

qu'on doit nommer *espèces* dans la méthode de M. Werner; ce célèbre minéralogiste ne donnant pas à la dénomination d'*espèce* l'acception rigoureuse et philosophique que nous lui donnons d'après M. Haüy et Dolomieu. Les sous-types seront des sous-espèces de M. Werner et des variétés principales de M. Haüy.

TYPE

TYPE II.

Composées de Verre boursoufflé, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans.

PUMITE.

Sous-Types.

a) Pumite grumeleuse.	*Syn.* Sorte nouvelle ayant l'aspect lithoïde.
b) ——— pesante.	—— Pierre ponce pesante de Spallanzani et de Dolomieu.
c) ——— légère.	—— Pierre ponce ordinaire, lave vitreuse pumicée de M. Haüy.

TYPE III.

Composées de Verre massif, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans.

OBSIDIENNE.

Sous-Types.

a) Obsidienne parfaite.	*Syn.* Obsidienne, lave vitreuse uniforme, verre feld-spathique.
b) ———— smalloïde.	—— Lave vitreuse opaque ou piciforme, pechstein volcanique, perlstein.
c) ———— imparfaite.	—— Sorte nouvelle ayant un aspect mixte entre les aspects vitreux et lithoïde.

TYPE IV.

Composées de Cristaux et de Grains vitreux microscopiques non adhérens.

SPODITE.

Sous-Types.

a) Spodite cristallifère.	*Syn.* Cendres volcaniques blanches.
b) ——— semi-vitreuse.	—— Cendres ponceuses.
c) ——— vitreuse.	—— Cendres ponceuses.

B) *ALTÉRÉES.*

TYPE V.

Composées de Grains vitreux, souvent entremêlés de Cristaux, les uns et les autres microscopiques, d'un volume très-inégal, non entrelacés, en partie terreux, très-foiblement adhérens ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (spodite vitreuse et semi-vitreuse altérée).

ALLOÏTE.

Sous-Types.

Sous-Types		Synonymes
a) Alloïte friable. b) —— consistante. c) —— endurcie.	*Syn.*	Une partie des tufs blancs ou d'un blanc jaunâtre, des tufs ponceux, du prétendu tripoli volcanique, des thermantides tripoléennes; cendres ponceuses agglutinées.

TYPE VI.

Composées de Cristaux souvent entremêlés de Grains vitreux, les uns et les autres microscopiques, d'un volume très-inégal, non entrelacés, en partie terreux, très-foiblement adhérens ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (spodite cristallifère altérée).

TRASSOÏTE.

Sous-Types.

Sous-Types		Synonymes
a) Trassoïte friable. b) —— consistante. c) —— endurcie.	*Syn.*	Tufs d'un gris cendré, trass; une partie des tufs blancs ou d'un blanc jaunâtre, du prétendu tripoli volcanique, et des thermantides tripoléennes; cendres blanches agglutinées.

TYPE VII.

Composées exclusivement de Cristaux microscopiques, d'un égal volume, entrelacés, en partie terreux, admettant parfois des vacuoles plus ou moins rares, adhérens par la simple juxta-position, ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (leucostine altérée).

TÉPHRINE.

Sous-Types.

a) Téphrine solide. *Syn.* Lave feld-spathique ou pétrosiliceuse dé-

composée, klingstein décomposé, hornstein volcanique décomposé, base du thonporphyre en partie.

b) Téphrine friable. *Syn.* Domite décomposée, lave feld-spathique décomposée, base du thonporphyre et du porphyre trappéen en partie.

c) ——— endurcie. —— Base des laves amygdaloïdes feld-spathiques, base du thonporphyre et du porphyre trappéen en partie.

TYPE VIII.

Composées de Verre massif ou boursoufflé, entrecoupé de gerçures très-déliées, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans, en partie terreux ainsi que les Cristaux, consistant par simple juxtaposition, ou cimenté imperceptiblement par des substances étrangères (obsidienne et pumite altérées).

ASCLÉRINE.

Sous-Types.

a) Asclérine solide. *Syn.* Ponce pesante décomposée, obsidienne imparfaite décomposée.

b) ——— friable. —— Pierre ponce décomposée, obsidienne décomposée.

c) ——— endurcie. —— Pierre ponce faisant effervescence, ou pénétrée de fer hydraté.

SECTION II.

Substances pyroxéniques : *dans lesquelles les particules du Pyroxène sont prédominantes.*

A) *NON ALTÉRÉES.*

TYPE I.

Composées exclusivement de Cristaux microscopiques entrelacés, d'un égal volume, adhérens par leur simple juxtaposition, laissant entre eux des vacuoles plus ou moins rares.

BASALTE.

Sous-Types.

a) Basalte compact. *Syn.* Lave lithoïde basaltique uniforme,

lave argilo-ferrugineuse; basalte trappéen, lave compacte de M. Werner.

b) Basalte écailleux. *Syn.* Lave basaltique écailleuse de Dolomieu; sorte dans laquelle la plupart des cristaux de feld-spath sont plats et posés dans le même sens.

c) ——— granulaire. —— Lave basaltique graveleuse de M. Faujas de Saint-Fond; graustein de M. Werner?

TYPE II.

Composées de Verre boursoufflé, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans.

SCORIE.

Sous-Types.

a) Scorie grumeleuse. *Syn.* Sorte nouvelle ayant l'aspect lithoïde, confondue avec les scories pesantes; lave poreuse de M. Werner?

b) ——— pesante. —— Lave scorifiée uniforme, scorie pesante de Dolomieu, lave poreuse de M. Werner.

c) ——— légère. —— Lave scorifiée uniforme, lapillaire, ou en masse, thermantides cimentaires de M. Haüy, scorie de M. Werner, scorie légère de Dolomieu.

TYPE III.

Composées de Verre massif, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans.

GALLINACE.

Sous-Types.

a) Gallinace parfaite. *Syn.* Sorte nouvelle, obsidienne fondant en verre noir de M. de Drée, verre à base de lave fontiforme de M. Delamétherie.

b) ——— smalloïde. —— Sorte nouvelle, tantôt noire, tantôt d'un rouge sombre.

c) ——— imparfaite. —— Sorte nouvelle formant le passage au basalte compact.

TYPE IV.

Composées de Cristaux et de Grains vitreux microscopiques non adhérens.

CINÉRITE.

Sous-Types.

a) Cinérite cristallifère. *Syn.* Cendres volcaniques ordinaires.
b) ——— semi-vitreuse. —— Cendres volcaniques ordinaires.
c) ——— vitreuse. —— Cendres volcaniques rouges, ou d'un gris noirâtre.

B) *ALTÉRÉES.*

TYPE V.

Composées de Grains vitreux, souvent entremêlés de Cristaux, les uns et les autres microscopiques, d'un volume très-inégal, non entrelacés, en partie terreux, très-foiblement adhérens, ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (cinérite vitreuse et semi-vitreuse altérées).

PÉPÉRITE.

Sous-Types.

a) Pépérite friable.
b) ——— consistante.
c) ——— endurcie.

Syn. Tufs volcaniques d'un rouge vif, d'un rouge brun, d'un brun foncé, d'un vert grisâtre très-foncé; pouzzolane terreuse friable en partie; base de quelques pépérino.

TYPE VI.

Composées de Cristaux, souvent entremêlés de Grains vitreux, les uns et les autres microscopiques, d'un volume très-inégal, non entrelacés, en partie terreux, très-foiblement adhérens, ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (cinérite cristallifère altérée).

TUFAÏTE.

Sous-Types.

a) Tufaïte friable.
b) ——— consistante.
c) ——— endurcie.

Syn. Tufs volcaniques ordinaires; base de la plupart des pépérino; pouzzolane terreuse friable en partie; tufs volcaniques et trappéens de M. Werner; moya de M. de Humboldt par appendice à la tufaïte friable.

TYPE VII.

Composées exclusivement de Cristaux microscopiques d'un égal volume, entrelacés, en partie terreux, admettant parfois des vacuoles plus ou moins rares, adhérens par la simple juxta position, ou cimentés imperceptiblement par des substances étrangères (basalte altéré).

WACKE.

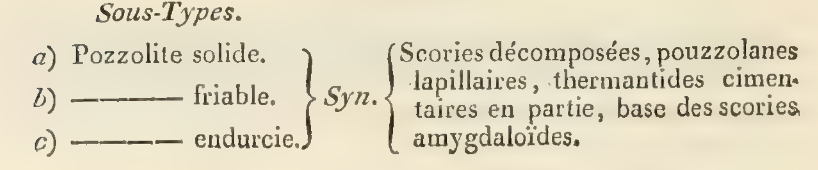
Sous-Types.

Sous-Types		Synonymes
a) Wacke solide. *b*) ——— friable. *c*) ——— endurcie.	*Syn.*	Lave basaltique décomposée, wacke de M. Werner en grande partie, trapp et cornéenne amygdaloïde, argile endurcie amygdaloïde; base de l'ophite antique par appendice à la wacke endurcie.

TYPE VIII.

Composées de Verre massif ou boursoufflé, entrecoupé de gerçures très-déliées, presque toujours mélangé de Cristaux microscopiques plus ou moins abondans, en partie terreux ainsi que les Cristaux, consistant par simple juxta-position, ou imperceptiblement cimenté par des substances étrangères (scorie ou gallinace altérées).

POZZOLITE.



Sous-Types.

Sous-Types		Synonymes
a) Pozzolite solide. *b*) ——— friable. *c*) ——— endurcie.	*Syn.*	Scories décomposées, pouzzolanes lapillaires, thermantides cimentaires en partie, base des scories amygdaloïdes.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.

A MM. les Souscripteurs

DU JOURNAL DE PHYSIQUE.

M.

Vous êtes averti que votre Abonnement expire avec le Cahier de décembre. Le prix de la Souscription est toujours, pour Paris, de 27 fr. par an, et de 15 fr. pour six mois;

Et pour les Départemens, 33 fr. par an, et 18 fr. pour six mois.

On s'abonne à Paris, chez Madame veuve *Courcier*, Imprimeur-Libraire, quai des Augustins, n° 57.

Il faut affranchir les lettres et l'envoi de l'argent.

De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.

JOURNAL DE PHYSIQUE, DE CHIMIE ET D'HISTOIRE NATURELLE.

DÉCEMBRE AN 1816.



SUITE DU MÉMOIRE

Sur les nouvelles Propriétés de la Chaleur à mesure qu'elle se développe dans sa propagation le long des morceaux de verre;

PAR DAVID BREWSTER,

Des Sociétés Royales de Londres et d'Édimbourg.

SECTION DEUXIÈME.

Sur les Effets permanens produits sur le Verre par la communication de sa Chaleur aux corps environnans.

LES phénomènes décrits dans la Section précédente sont de la nature la plus éphémère. Chaque frange est dans un état de changement perpétuel. Une couleur succède aussitôt à une autre; et après que la chaleur a rapidement développé toutes les différentes teintes dues à son intensité, elles repassent à travers les mêmes couleurs qu'elles ont montrées dans leur formation,

et disparoissent entièrement après un décl.n lent et graduel. C'est sous ce rapport seulement, que les phénomènes du verre cristallisé diffèrent des corps régulièrement organisés qui composent les trois règnes de la nature. Le beau développement de couleurs qui caractérise l'action des morceaux cristallins sur la lumière polarisée, est permanent sous tous les rapports. Le même minéral possède une structure invariable, et il ne faut que de la patience pour découvrir les phénomènes qu'il présente, et obtenir une connoissance exacte du caractère et de l'intensité de son action. Au contraire, les franges colorées du verre échauffé ne sont pas susceptibles d'une mesure correcte. Où chaque chose est dans un état de changement, il est impossible de saisir un caractère fixe; et loin de les mesurer, il est souvent difficile d'observer leurs variations. Heureusement néanmoins, j'ai été tiré de cette perplexité par la découverte d'une méthode de fixer le verre dans un état de cristallisation, et de lui donner un caractère permanent, comme aux minéraux les plus parfaits. Le détail de cette méthode, ainsi que des résultats que j'en ai obtenus, formeront le sujet de cette Section.

Proposition vingt-troisième.

« Lorsqu'un morceau de verre amené à une chaleur rouge » est refroidi à l'air ou placé avec un de ses bords sur une » barre de fer froid, les différentes rangées de franges décrites » dans la Section première se développent pendant le refroi- » dissement, et elles ont le même caractère que celles qui sont » produites en plaçant le verre froid sur un fer chaud. Lorsque » le refroidissement est complet, la structure que donnent les » franges devient permanente, et les couleurs ainsi fixées ont » le même brillant qu'elles déploient durant leur formation. »

Lorsqu'un morceau rougi au feu est exposé à un rayon polarisé, il ne présente d'abord aucune action sur la lumière; les teintes s'avancent lentement des bords, et au bout de 12 à 15 minutes le verre est refroidi et la cristallisation complète.

J'ai formé de cette manière différens morceaux de verre qui possèdent une structure permanente, et donnent les phénomènes décrits dans la Proposition; mais n'ayant point obtenu une série complète des différentes hauteurs et épaisseurs, je n'ai point pris de mesures exactes des franges.

Les résultats suivans de quatre différens morceaux de verre

donneront quelque idée de la nature des teintes qui se développent. Tous les morceaux furent poussés à une chaleur rouge, de manière à ne rien perdre de leur forme. On les fit refroidir en plaçant leurs bords inférieurs sur le fer, à la même température que l'air environnant.

	Épaisseur des plateaux.	Maximum de la teinte au bord inférieur.	Teinte au milieu.	Nombres dans la Table de Newton correspondans à la teinte au maxim.
N° 1	1.1125 pou.	Commencem. du bleu du 2ᵉ ord.	Bleu du 1ᵉʳ ord.	8.7
2	0.2000	Vert du 3ᵉ ord.	Commencem. du bleu du 2ᵉ ord.	16.2
3	0.2833	Vert du 4ᵉ ord.	Commencem. du poupre du 1ᵉʳ ordre.	22.7
4	0.4375	A peu près la fin du rouge du 5ᵉ ordre.	OEillet du 2ᵉ ord.	35.5

En comparant les nombres dans la cinquième colonne, qui sont les millionièmes parties d'un pouce, avec ceux de la deuxième colonne, on trouvera que le facteur constant par lequel nous devons multiplier l'épaisseur d'un morceau de verre quelconque, à l'effet d'obtenir l'épaisseur du morceau qui donneroit par la réflexion une teinte semblable à la teinte au *maximum*, est à peu près $\frac{1}{12580}$.

Une circonstance curieuse, c'est que les franges permanentes ont précisément le même caractère que les transitions qui sont produites en plaçant les morceaux de verre sur un fer chaud, tandis que les franges transitoires développées durant le refroidissement des morceaux de verre, ont un caractère opposé.

La température limitante à laquelle les premières sont changées dans les dernières, est probablement celle à laquelle la structure permanente est communiquée.

Lorsque les morceaux de verre sont plus refroidis à un bord

qu'à un autre, les franges sont moins distinctes, et les teintes plus basses au bord qui se refroidit moins rapidement. La différence devient plus sensible à mesure que la hauteur des morceaux augmente.

Lorsque les morceaux de verre sont épais et exposés à une chaleur considérable, ils perdent souvent leur poli, et présentent à leur surface, lorsqu'on l'examine au microscope, un tissu fibreux délicat. Ce tissu consiste quelquefois en rainures qui donnent, par la réflexion, les images colorées que donne la mère perle. Il donne aussi la même propriété à la cire.

Proposition vingt-quatrième.

« Lorsqu'un morceau de verre cristallisé de la manière décrite » dans la Proposition précédente, est incliné vers le rayon polarisé » dans une surface plane perpendiculaire à la direction des franges, » les teintes centrales montent dans l'échelle des couleurs comme » si le morceau avoit augmenté en épaisseur ; mais lorsqu'il est » incliné dans une surface plane parallèle à la direction des franges, » la teinte centrale descend dans l'échelle comme si le morceau » étoit devenu plus mince. Lorsque la surface d'inclinaison forme » un angle de 45° avec ces surfaces planes, aucun changement » n'est produit dans les teintes. »

Je pris un morceau de verre cristallisé, qui polarisoit une large mais foible teinte de jaune. Lorsqu'il fut incliné dans une surface plane perpendiculaire à la direction des franges, la teinte qu'il polarisoit devint d'un jaune d'orange foncé; mais lorsqu'il fut incliné dans une surface plane à angles droits à la première, la teinte devint d'un bleu pâle. J'obtins le même résultat lorsque les couleurs appartenoient aux ordres plus élevés dans l'échelle.

L'effet de l'inclinaison peut se voir beaucoup plus avantageusement lorsque deux morceaux qui polarisent la même teinte, sont placés transversalement de manière à former une croix. En inclinant un des morceaux, l'autre est nécessairement incliné dans une surface plus opposée, de manière que les teintes de l'une montent, lorsque celles de l'autre descendent dans l'échelle des couleurs.

La conséquence de cette circonstance est une séparation dans le milieu de la croix, qui produit deux franges noires courbées,

ayant la même apparence que celle que l'on obtient en croisant deux morceaux qui polarisent différentes teintes.

Proposition vingt-cinquième.

« Si un morceau de verre cristallisé est coupé en deux par » un diamant, chacune des parties séparées donnera les pro- » priétés d'un morceau entier cristallisé. La portion du morceau » séparé qui avoit auparavant la structure de la classe attrac- » tive de cristaux doués de la double réfraction, a alors la struc- » ture de la classe répulsive. Une autre portion, qui avoit sa » structure attractive, a maintenant une structure intermédiaire » semblable à celle du muriate de soude, etc. Il en est de » même des autres parties du cristal. »

Lorsque le morceau est coupé perpendiculairement aux franges, il en résulte un effet analogue. Les franges terminales paroissent à l'instant à de nouvelles extrémités. J'obtins un semblable résultat, quoique beaucoup moins attendu, en brisant un large morceau dans lequel la cristallisation étoit extrêmement irrégulière, polarisant çà et là une portion de lumière blanche. Le morceau avoit une petite félure; et lorsqu'il fut brisé en trois morceaux, principalement le long d'une ligne à peu près parallèle à son bord, chaque morceau fut régulièrement cristallisé, ayant les deux espaces noirs avec leurs franges accompagnantes de lumière blanche.

Les mêmes effets sont produits lorsque le morceau est coupé en morceaux par une roue fendante, ou que sa forme est altérée par le frottement.

Les expériences précédentes ne sont pas faciles, attendu qu'il est très-difficile de couper cette espèce de verre avec un diamant. En effet, communément il tombe en morceaux aussitôt qu'on l'a rayé, et lorsque cet inconvénient n'a pas lieu, les morceaux se séparent de leur ensemble peu de temps après qu'on y a appliqué le diamant.

Scholie.

La vérité contenue dans la Proposition précédente est analogue à l'expérience si vantée dans le magnétisme, où la plus petite portion détachée de l'extrémité d'une pierre d'aimant, devient elle-même un élément complet possédant les pôles dis-

tincts du nord et du sud. L'exhibition des mêmes phénomènes dans le verre transitoirement cristallisé durant la propagation de la chaleur, ainsi qu'il est décrit dans la Proposition treizième, pourroit être supposée provenir de quelque nouvelle propriété de la chaleur, qui la rend capable d'agir sur le bord éloigné du verre sans aucune indication sensible de sa présence. Cette opinion néanmoins cesse jusqu'à un certain point d'être fondée, d'après les résultats obtenus avec le verre cristallisé d'une manière permanente, et qui a une température uniforme. Une portion du verre passe avec la plus grande facilité d'une structure cristalline à la structure opposée, et d'un degré de cristallisation à un autre, suivant sa position relativement au bord du morceau; et là il ne peut pas y avoir d'équilibre entre les forces par lesquelles ce changement se produit, à moins que le morceau ne développe les différentes rangées de franges qui ont été décrites.

Cette polarité optique est produite par la chaleur, comme la polarité électrique est développée dans la tourmaline et d'autres minéraux par le même agent; et l'on peut, avec d'autant plus de raison, attribuer la production des phénomènes optiques à l'action d'un fluide particulier, que c'est le moyen d'expliquer les phénomènes de l'électricité et du magnétisme par l'opération des fluides magnétique et électrique. Le fluide optique, comme nous pouvons le nommer, peut être supposé résider dans tous les corps quelconques dans son état naturel. Dans un état de combinaison, il est composé de deux fluides susceptibles d'être décomposés et d'être fixés dans des parties particulières d'un corps par l'agence de différentes causes. Ce seroit perdre son temps que d'exposer les nombreuses et frappantes analogies qui existent entre plusieurs des résultats contenus dans cette Proposition, et quelques-uns des plus intéressans phénomènes de l'électricité et du magnétisme. Nous en désignerons quelques-uns dans la démonstration d'une Proposition subséquente.

Proposition vingt-sixième.

« Lorsqu'un morceau de verre rectangulaire est amené à une
» chaleur rouge et ensuite exposé au refroidissement, ainsi que
» nous l'avons ci-devant dit, il acquerra une structure per-
» manente, de manière à présenter les franges coloriées lorsque
» la lumière polarisée est transmise à travers quelques-unes

» des faces parallèles qui la bornent; chaque morceau rectan-
» gulaire étant considéré comme un solide contenu par six surfaces planes parallèles. Les axes dépolarisans sont distinctement
» développés dans toutes ces directions, et forment des angles
» de 45° avec les sections communes des surfaces planes. »

Les franges décrites dans la Proposition sont extrêmement petites dans des morceaux de verre d'une épaisseur ordinaire. Elles sont composées du même nombre de rangées, et ont le même caractère et les mêmes propriétés que celles que l'on voit à travers les surfaces larges des morceaux, et leur teinte au *maximum* est généralement plus basse, quoique quelquefois plus élevée que la teinte dans son *maximum* des franges larges produites par de larges surfaces. D'ordinaire elles sont parfaitement régulières, même lorsque la forme des franges larges offre le plus haut degré d'irrégularité. Dans un morceau de verre qui avoit différentes largeurs, et qui polarisoit un jaune foible du premier ordre dans ses franges du centre, et un bleu brillant du second ordre dans les franges extérieures, les teintes du centre, vues à travers ses bords, varioient avec la largeur du morceau d'un jaune foible du premier ordre à un bleu foncé du second ordre.

Pour examiner avec plus de soin les franges formées en transmettant la lumière polarisée à travers les différentes faces d'un morceau de verre, je cristallisai un parallélipipède brut de verre d'Allemagne, d'environ trois pieds de long sur un pouce et demi d'épais; je le taillai proprement et le polis sur une pierre de lapidaire. A travers ses deux surfaces les plus larges, on apercevoit les franges. La teinte au *maximum* des franges du centre est le commencement du vert du second ordre, et celle des franges extérieures, un vert du troisième ordre. Dans les franges vues à travers les bords du morceau, la teinte au *maximum* de la rangée intérieure est un jaune du second ordre, et celle de la rangée extérieure, un vert du troisième ordre. Les franges vues à travers les extrémités du morceau de verre sont très-curieuses. J'ai un autre parallélipipède de verre de roche de 4,3 pouces sur 1 pouce de large et 1 d'épais, qui fut cristallisé étant sous la forme d'un cylindre, et prit ensuite celle d'un parallélipipède. Il donna les mêmes phénomènes que le précédent, qu'il égaloit dans le beau développement des ordres nombreux de couleurs. Les magnifiques figures produites en croisant ces deux morceaux, surpassent en éclat tous les phénomènes optiques que j'ai vus.

Dans ces échantillons, ainsi que dans plusieurs autres de verre épais cristallisé, la teinte au *maximum* diminuoit toujours par le frottement et le polissage.

Les descriptions suivantes de quatre échantillons de verre cristallisé, indiqueront les effets produits par le changement de forme du morceau.

N° 1. Un des plus curieux échantillons de verre cristallisé que j'aie obtenu, c'est un parallélipipède d'environ 0,38 de pouce de large et d'épais sur 1,11 pouce de long. Il dépolarise un jaune foible du premier ordre dans la frange du centre, lorsque la lumière polarisée est transmise à travers les faces du parallélipipède; mais lorsque la lumière est transmise le long de l'axe du parallélipipède, et lorsque les lignes des deux extrémités sont parallèles ou perpendiculaires à la surface plane de la polarisation primitive, les deux images formées par le spar calcaire donnent les formes dont suit la description. La première consiste en une croix noire environnée de belles franges courbées en sens contraire. Elle a des taches d'un vert brillant du troisième ordre avec un petit jaune du même ordre. Leur centre donne une forme remarquable par sa symétrie. Les taches coloriées sont d'un œillet brillant avec une tache bleue dans leur milieu.

N° 2. Un autre morceau de verre de forme carrée, de 0,3 pouces d'épais. Il produisit la croix du centre et donna aux angles toutes les teintes au-dessus du bleu du second ordre arrangées en cercles, avec le bleu ou la teinte au *maximum* au centre.

N° 3. Un troisième morceau, d'un quart de pouce d'épaisseur, produisit le même effet, les teintes angulaires s'élevant dans ce cas au jaune du second ordre.

N° 4. Un quatrième morceau, de 1,2 pouce d'épaisseur, produisit des franges d'une courbure contraire, telles que celles du n° 1; mais s'élevant à l'œillet du quatrième ordre.

Les franges latérales et des extrémités sont produites par les n°s 2, 3, 4, lorsqu'elles sont tournées vers le 45° : leurs franges complémentaires sont d'une beauté parfaite.

Lorsque le n° 2 est combiné avec le n° 3, ils produisent des franges d'une courbure contraire comme le n° 1. La nature et l'origine de toutes ces franges sont expliquées dans la Proposition subséquente.

Proposition

Proposition vingt-septième.

« Si un morceau rectangulaire de verre cristallisé qui présente » les franges à travers ses bords, est incliné au rayon polarisé » dans une surface plane perpendiculaire à la direction des » franges, la teinte centrale descendra dans l'échelle comme si » le morceau avoit augmenté en hauteur; mais lorsqu'il est in» cliné dans une surface plane parallèle à la direction des franges, » la teinte montera dans l'échelle comme si le morceau avoit » diminué en hauteur. »

Le résultat contenu dans cette Proposition fut établi d'après les mêmes expériences décrites dans la Proposition vingt-quatrième; les franges vues à travers les bords du morceau, étant employées au lieu de celles vues à travers ses surfaces larges: les effets d'inclinaison dans ces deux cas, sont directement opposés.

Proposition vingt-huitième.

« La régularité dans la cristallisation d'un morceau de verre, » d'accord avec une de ses dimensions, n'est point dérangée par » une irrégularité de sa cristallisation dans une autre direction. »

Si un morceau de verre est cristallisé depuis son centre, comme dans la Proposition dix-neuvième, ou bien si une cristallisation confuse a lieu par le refroidissement à différentes places, de manière qu'on ne puisse pas voir de franges distinctes lorsque la lumière polarisée est transmise à travers les franges larges du morceau, les franges, vues à travers ses bords, seront parfaitement développées, et posséderont les mêmes propriétés que si tout le morceau avoit été régulièrement cristallisé.

Proposition vingt-neuvième.

« Aux extrémités de chaque morceau de verre cristallisé il » existe quatre portions à la limite entre les franges terminales » et latérales, qui ont une structure différente du reste du mor» ceau. Ces portions ont leurs axes inclinés vers les axes des » autres parties du verre. Deux de ces axes ont la même direc» tion, et sont dans une direction opposée aux deux autres. »

Lorsqu'un morceau de verre cristallisé est opposé à un rayon polarisé, de manière que sa longueur dans la direction des franges latérales et centrales se trouve parallèle ou perpendiculaire à lasurface plane de polarisation primitive, il donnera l'apparence

d'un morceau dont toutes les franges latérales, centrales et terminales ont disparu. Cependant on distinguera à deux extrémités quatre taches lumineuses donnant des teintes qui, en général, varient du blanc du premier ordre à l'œillet du second ordre, et qui quelquefois surpassent la teinte au *maximum* des franges centrales, et quelquefois tombent au-dessous. Pour examiner la nature de ces teintes, je pris un morceau de verre qui, lorsqu'il fut dans la position précitée, polarisa sur deux points un bleu du second ordre. Je combinai ensuite avec ce morceau un autre de sulfate de chaux, qui polarisa la même teinte, et qui avoit son axe incliné de 45° vers la surface plane de polarisation primitive. Les teintes résultantes à deux des angles étoient noires, ce qu'il faut attribuer à la différence de leurs actions, tandis que la teinte résultante aux deux autres angles étoit verte, ce qui est dû à la somme de leurs actions. J'obtins le même résultat lorsque je combinai avec le morceau ci-dessus la partie centrale d'un autre morceau cristallisé qui avoit la direction de ses franges inclinée de 45° à la surface plane de polarisation primitive.

Lorsque l'axe du morceau de sulfate de chaux fut tourné autour de 90°, ou lorsque la teinte bleue fut enlevée des franges latérales d'un morceau de verre cristallisé, ayant la direction de ses franges inclinée de 45° à la surface plane de polarisation primitive, un effet opposé fut produit; c'est-à-dire que la teinte résultante des deux premières portions étoit noire et celle des deux autres verte.

Dans deux morceaux cristallisés d'une forme carrée, qui présentoient les rangées latérales et terminales, mais non celles du centre, les quatre portions ci-dessus avoient la structure décrite dans la Proposition.

Lorsqu'un morceau de verre cristallisé est taillé à travers le centre, soit avec un diamant, soit avec une meule de lapidaire, de nouvelles franges s'élèvent aux nouvelles extrémités du morceau.

Les franges décrites dans cette Proposition peuvent s'appeler *franges diagonales*.

Proposition trentième.

« Dans tous les phénomènes qui ont été décrits jusqu'ici, les » résultats sont précisément les mêmes, soit que l'on expose au » rayon polarisé la face antérieure ou postérieure du morceau » de verre; mais dans les quatre portions précitées, les teintes

» changent de caractères selon que l'une ou l'autre reçoit la pre-
» mière la lumière polarisée. »

Si le morceau a sa surface inférieure exposée à la lumière polarisée, les deux premières portions, combinées avec le sulfate de chaux, donnent une teinte due à la différence de leur action, et les deux dernières une teinte due à la somme de leur action. Mais lorsque la surface supérieure est exposée, les deux dernières portions en combinaison avec le sulfate de chaux, donnent une teinte due à la différence de leur action, et les deux premières une teinte due à la différence de leur somme. Cet intéressant phénomène provient des axes de cristaux élémentaires qui subissent un changement angulaire de position montant à 90°, en tournant l'autre côté du morceau au rayon polarisé, comme nous l'expliqueront plus particulièrement dans la Proposition subséquente.

Proposition trente-unième.

« Si un verre cristallisé est placé avec symétrie au-dessus des
» points du milieu, soit avec les deux faces antérieures, soit
» avec les deux faces postérieures coïncidentes, ou avec une
» des faces antérieures coïncidente avec une des faces posté-
» rieures, etc.; dans toutes ces positions les quatre portions pré-
» citées monteront dans l'échelle de couleurs, ce qui est l'effet
» de la somme de l'épaisseur des morceaux de verre. »

La vérité contenue dans cette Proposition a été établie par une expérience directe, quoique pouvant être déduite des Propositions précédentes.

Proposition trente-deuxième.

« Lorsque les axes neutres d'un verre cristallisé sont paral-
» lèles ou perpendiculaires à la surface plane de polarisation
» primitive, les rangées extérieures et intérieures des franges
» disparoissent, si le rayon polarisé est perpendiculairement in-
» cident sur le verre; mais si le verre est incliné vers le rayon
» incident, quatre rangées de franges se développent. Elles sont
» séparées les unes des autres par trois espaces noirs, et les
» franges de chaque côté de la ligne centrale ont le même ca-
» ractère. »

Lorsque les franges latérales et centrales eurent disparu, les quatre franges verticales parurent seules à une incidence verti-

cale; mais en inclinant le verre vers le rayon incident dans la direction de sa longueur, trois espaces noirs se développèrent graduellement. L'un d'eux passe à travers le centre du verre, et entre les espaces noirs sont quatre rangées de franges. En examinant ces franges avec un morceau de sulfate de chaux, et avec des verres cristallisés, je trouvai que les deux premières rangées de franges avoient le même caractère que les deux premières franges diagonales, tandis que les deux dernières rangées avoient le même caractère que les deux dernières franges diagonales. Dans un verre où la teinte au *maximum* de la frange intérieure étoit un jaune foible du premier ordre, les deux premières rangées de franges consistoient en un bleu du premier ordre; et dans un autre verre, où la teinte au *maximum* de la frange étoit un jaune foible du second ordre, les franges du milieu étoient d'un vert du second ordre.

Proposition trente-troisième.

« Lorsqu'un verre cristallisé est placé sur un fer rouge, le » nombre de ses franges augmente. Ces franges additionnelles » sont les mêmes que celles qui auroient été produites par la » combinaison d'un verre cristallisé avec un verre non cristallisé » de la même forme et de la même épaisseur, et soumis à la » même température que le verre cristallisé. Elles disparaissent » lorsque le verre refroidit ; mais les franges permanentes ne » sont point altérées, à moins que la chaleur n'ait une forte » intensité, auquel cas elles éprouvent une petite diminution. »

Les résultats décrits dans la Proposition furent obtenus en plaçant des verres cristallisés sur des barres de fer de différentes températures. Le verre fut tenu éloigné de la chaleur du fer rouge, lorsque son effet étoit combiné avec celui d'un verre non cristallisé. L'état du verre cristallisé a beaucoup d'analogie avec celui d'une barre d'acier non saturée de magnétisme. Il est susceptible de recevoir, par la chaleur, un degré de cristallisation plus élevé.

Proposition trente-quatrième.

« Lorsqu'un verre cristallisé d'une manière permanente est » amené à une température uniforme dans l'eau bouillante ou » l'huile bouillante, et qu'ensuite on le laisse refroidir à l'air, » les teintes descendent dans l'échelle dans la proportion où la » température est employée ; mais elles reprennent leur première

» intensité lorsque le verre acquiert la température de l'air en-
» vironnant. »

Cette diminution des teintes provient de la production de la série passagère et *inusitée* de franges décrite dans la Proposition quatorzième, laquelle étant d'un caractère opposé aux franges permanentes, les oblige nécessairement à descendre dans l'échelle. Cet effet est précisément le même que si le verre cristallisé d'une manière permanente, refroidi, eût été combiné avec un verre chaud de la même épaisseur, cristallisé par le refroidissement d'une manière opposée et passagère.

Proposition trente-cinquième.

« Lorsque le centre d'un verre amené à une chaleur rouge
» est mis sur le haut d'un petit cylindre de fer placé vertica-
» lement, il acquiert en se refroidissant une structure qui donne
» des espaces noirs et des franges d'une forme circulaire avec
» une croix noire. »

Dans un échantillon de verre cristallisé de cette manière, les espaces noirs et la croix noire furent très-distinctement développés; une teinte jaune du premier ordre parut entre les espaces noirs. Lorsque la lumière polarisée est réfléchie de ce verre à l'angle polarisant, les phénomènes précédens se développent avec la plus grande beauté. Les petites franges mentionnées dans la Proposition vingt-sixième se voient aussi en regardant à travers les bords du verre, et ne sont point affectées par la cristallisation circulaire.

Proposition trente-sixième.

« Lorsqu'un cylindre de verre est amené à une chaleur rouge
» et refroidi à l'air, il acquiert une cristallisation permanente
» dans laquelle les principales sections de tous les cristaux élé-
» mentaires sont dirigées vers l'axe du cylindre. »

Dans cette expérience, où les phénomènes se développent en transmettant la lumière polarisée le long d'un cylindre de cette espèce, d'environ 2 pouces $\frac{1}{4}$ de long sur $\frac{6}{10}$ de pouce de diamètre, on distingue l'image principale et celle complémentaire. La croix noire au lieu d'avoir ses bras inclinés de 45° à l'horizon, les a parallèles et perpendiculaires à l'horizon, attendu que la lumière transmise à travers le cylindre a été polarisée dans la surface plane de l'horizon. Les espaces lumineux entre les bras de la croix contiennent environ dix magniques anneaux

de lumière coloriée. L'image complémentaire est marquée par quatre taches noires correspondantes aux quatre portions lumineuses autour de la partie centrale de la croix, et la partie extérieure a quatre secteurs noirs correspondans avec ceux de l'autre image. Elle est formée de petites arches concentriques d'une couleur sombre, avec des franges de teintes de différentes couleurs. Pour voir ce phénomène dans toute sa beauté, il est nécessaire que le rayon polarisé soit exactement parallèle à l'axe du cylindre, car la plus légère déviation détruit complètement la régularité de la figure.

La structure cristalline qui donne la croix rectangulaire noire, peut être imitée en formant un cercle avec différens secteurs de spar calcaire, dont les sections principales sont dirigées vers un axe commun.

Ayant eu occasion de donner à un tube de verre une certaine forme, je fus surpris d'observer qu'en transmettant la lumière polarisée le long de son axe, et en l'analysant avec le spar calcaire, il se dépolarisoit en huit endroits. Lorsque les lignes des deux extrémités étoient parallèles ou perpendiculaires à la surface plane de la polarisation primitive, les teintes étoient du premier ordre de l'échelle de Newton. L'autre image formée par le spar calcaire offroit des taches noires correspondantes aux taches blanches de la première.

Pour découvrir l'origine de ces ouvertures dépolarisantes, j'enlevai un autre morceau du même tube, et je polis les extrémités du petit cylindre sans rien lui ôter de la circonférence cylindrique. Exposé à la lumière polarisée, il offrit une croix noire qui séparoit quatre secteurs lumineux, et un espace noir circulaire d'un noir plus foncé vers quatre points. Si nous supposons maintenant six portions enlevées, il restera quelque chose de semblable à huit ouvertures lumineuses. Cependant ce n'est pas là la cause de ce phénomène. Les quatre ouvertures de chaque côté du centre sont les quatre franges diagonales qui agissent comme si elles étoient séparées au centre, la communication étant à peu près coupée. Dans ce cas, la cristallisation cylindrique fut changée en cristallisation rectangulaire, en changeant la forme du verre.

Lorsque la lumière polarisée fut transmise à travers les côtés plats du verre, quatre taches blanches furent dépolarisées; toutes ces taches ont la même teinte d'un blanc bleuâtre, mais deux ont leurs axes à angles droits aux deux autres.

Les phénomènes précédens, qui se trouvent expliqués dans la Proposition dix-neuvième, nous donnent une explication complète de ceux produits par l'huile de maïs, dont nous avons présenté la description dans un précédent Mémoire. Les secteurs obscurs et lumineux sont d'ordinaire produits par les groupes circulaires de cristaux qui ont leurs axes dirigés vers le même centre, et l'image nébuleuse doit être occasionnée par les cristaux dont la forme approche de celle d'une sphère. Cette espèce de groupe circulaire se voit actuellement dans une espèce particulière d'*adipocire*, dont j'ai parlé dans le Mémoire précité. Les axes des cristaux d'*adipocire* ne sont pas dirigés vers le même centre, c'est pourquoi ils ne donnent pas les mêmes phénomènes que l'huile de maïs.

Scholie.

Les résultats contenus dans la Proposition donnent l'explication la plus satisfaisante des propriétés optiques des gouttes du prince Ruppert, décrites dans un premier Mémoire. Les fentes qu'elles présentent en lignes convergentes à l'axe de la goutte, et en lignes concentriques avec la surface extérieure, sont des conséquences nécessaires de la cristallisation radieuse expliquée dans la Proposition, et peuvent être regardées comme une démonstration oculaire de sa vérité.

Proposition trente-septième.

« Lorsqu'un verre est régulièrement cristallisé, chaque rangée » de franges latérales qu'il présente est accompagnée d'une autre » rangée d'une espèce opposée, et les forces qui produisent ces » franges ne sont point en équilibre, à moins que deux rangées » de franges d'un caractère ne soient opposées aux deux rangées » de franges du caractère opposé. »

La vérité de cette Proposition est démontrée par toutes les expériences précédentes. Nous établirons quelques exceptions dans la Scholie.

Scholie.

Le résultat annoncé dans la Proposition nous conduit naturellement à faire voir l'analogie frappante qui existe entre les phénomènes du verre cristallisé et ceux du magnétisme. Pour éviter des expressions amphibologiques, je considérerai la partie

du verre qui polarise la teinte la plus élevée dans une rangée de franges, comme un *pôle nord*, et la partie qui polarise la teinte la plus élevée dans la rangée opposée, comme un *pôle sud*.

1. Lorsque la chaleur est propagée le long d'un morceau de verre, ou lorsque le verre est cristallisé d'une manière permanente par le refroidissement, et qu'il donne des franges, ses pôles seront disposés de manière à présenter une section de verre à travers les franges. Les pôles nord sont placés aux deux extrémités, et le pôle sud au milieu. Dans le même verre existent encore deux points neutres correspondans aux espaces noirs, où une espèce de polarité passe dans l'autre. Cet arrangement des pôles est précisément le même que celui de l'aiguille aimantée qui a reçu sa polarité en plaçant le pôle nord d'un aimant sur son centre, et en l'attirant plusieurs fois vers une extrémité sans retourner en arrière, et ensuite autant de fois vers l'autre extrémité. La nature indéfinie des pôles et des franges, lorsque le verre est élevé, ainsi que nous l'avons décrit dans les Propositions seizième et dix-septième, et lorsque la chaleur avance d'un bord du verre, est parfaitement analogue à la polarité indéfinie communiquée à une barre d'acier, en appliquant le pôle d'un aimant à l'une de ses extrémités. La même polarité répandue est acquise par le verre échauffé, lorsqu'un de ses bords se refroidit beaucoup plus vite que l'autre. De même donc qu'on ne peut pas donner à l'acier deux pôles distincts en appliquant l'aimant à l'une de ses extrémités, de même aussi une polarité distincte ne peut pas être communiquée au verre, soit en le chauffant, soit en le refroidissant seul à un de ses bords, si ce n'est lorsque l'élévation du verre se trouve extrêmement petite.

2. Lorsqu'un verre échauffé est refroidi à l'acier, et qu'il produit les franges passagères décrites dans la Proposition quatorzième, les pôles sont arrangés de manière que les deux extrémités sont les pôles sud, et que le pôle nord se trouve au milieu; les points neutres sont à une égale distance des deux extrémités. Cet arrangement des pôles est exactement l'inverse du précédent, et le même que celui qui a lieu dans l'aiguille aimantée de la manière ci-dessus décrite, mais avec le pôle nord au lieu du pôle sud.

3. Dans un verre où les structures précédentes sont combinées, on aperçoit trois espaces noirs dont deux ont la même structure que celle qui produit la rangée intérieure dans des morceaux

de

de verre cristallisé. Les pôles sont conséquemment arrangés de la même manière que l'aimant avec les pôles consécutifs.

4. Sur environ cent morceaux de verre cristallisé, je n'en ai trouvé qu'un qui donna seulement deux rangées de franges. Un morceau, en se refroidissant, fut intersecté par une fente qui occupoit toute sa longueur. Les parties en restoient si fortement adhérentes, qu'elles ne se séparèrent pas lorsque je les pris dans la main. En l'exposant à un rayon polarisé, il donna deux franges blanches séparées par un espace noir. Les deux franges avoient des caractères opposés, en sorte que les pôles se trouvèrent arrangés comme dans un aimant parfait. Cet état des pôles cependant, n'a lieu que dans le cas où le verre est dans une situation violente; car lorsque le verre se brise en deux morceaux à l'endroit de la fente, les franges disparoissent, et le verre ne conserve plus rien de son premier état de cristallisation. L'autre portion n'agit pas sur la lumière polarisée, soit avant, soit après la séparation. La pression de cette portion n'a donc pas donné à l'autre morceau de verre la faculté de sortir de l'état de contrainte auquel il étoit assujéti.

Proposition trente-huitième.

« Explication de l'origine et de la forme des différentes rangées » de franges décrites dans la Proposition précédente. »

« 1. Sur les franges produites par des morceaux rectan- » gulaires. »

Il n'est pas facile de préciser de quelle manière les différentes rangées de franges opposées sont produites pendant la chaleur et le refroidissement du verre; mais il est clair, d'après les expériences précédentes, que lorsqu'un morceau de verre est cristallisé d'une manière passagère ou permanente, tous les cristaux élémentaires dont il est composé tournent un de leurs axes neutres dans la direction du courant de la chaleur. Les axes principaux des cristaux qui forment les franges extérieures sont parallèles à deux des angles et perpendiculaires aux deux autres.

« 2. Sur les franges produites par des morceaux de verre » carrés. »

Si la largeur d'un morceau de verre est égale à sa longueur, les quatre portions diagonales se rapprochent, et c'est pour cela que lorsque les franges latérales et terminales sont développées,

la partie centrale devient noire à mesure que les franges centrales disparoissent. Lorsque la ligne du milieu est parallèle ou perpendiculaire à la surface plane de la polarisation primitive, les franges diagonales se montrent étant toujours séparées les unes des autres par un espace noir qui forme la croix. Cette croix noire est un accompagnement nécessaire des franges diagonales; car il suit du raisonnement établi dans la Section première de cette Proposition, que tous les cristaux situés dans les lignes centrales ont leurs axes neutres dans les directions des quatre angles; aussi cessent-ils de dépolariser la lumière incidente lorsque les franges diagonales ont atteint leur dernier degré de perfection.

« 3. Sur les franges produites par des morceaux de verre cy-
» lindriques. »

Comme la chaleur dans un cylindre échauffé est très-abondamment radiante en lignes perpendiculaires à sa surface, c'est-à-dire en lignes dirigées vers son axe, il en résulte que l'axe de tous les cristaux élémentaires sera dirigé vers l'axe du cylindre. L'uniformité et la radiation dans toutes les parties du cylindre, produiront une uniformité de structure qui développera des teintes semblables à des distances semblables de l'axe, et elle donnera ainsi des franges concentriques avec la circonférence cylindrique.

Lorsque la section du verre est un polygone à plusieurs côtés, la forme de ses franges peut aisément être déduite des principes qui ont déjà été établis. Lorsque la section est un triangle, on n'aperçoit aucune figure régulière. Si le triangle est équilatéral, les lignes qui coupent l'angle en deux, ainsi que celles perpendiculaires aux côtés, sont inclinées les unes vers les autres de 120°; en sorte que les axes des cristaux ne sont pas symétriquement rapportés aux axes rectangulaires des parcelles de lumière. Lorsque le verre est une sphère, les axes sont tous dirigés vers son centre.

Proposition trente-neuvième.

« Pour constater la condition probablement mécanique des
» parties du verre qui produisent les différentes rangées de
» franges. »

Je ne me suis pas cru autorisé à déduire, des résultats précédens, la condition mécanique des parties du verre qui produisent les différentes rangées de couleurs. Il est évident que

dans le cas d'un morceau de verre rouge de chaleur, refroidi à l'air, il y a une densité variable qui diminue de tous les bords en dedans; mais dans la propagation de la chaleur le long d'un morceau de verre froid, il n'y a pas d'argument qui prouve directement qu'une semblable augmentation de densité existe vers quelques-uns des bords, excepté vers celui adjacent à la source de la chaleur. Cependant une ressemblance dans les conditions mécaniques de deux morceaux peut être sûrement déduite de la ressemblance parfaite de leurs propriétés optiques. La partie centrale des morceaux cristallisés qui produit des franges d'un caractère opposé, est dans un état de dilatation décroissante de la ligne centrale à chacune des franges noires (1). Cette induction n'est point fondée sur une expérience directe quelconque; mais elle est appuyée sur une suite d'expériences nouvelles, que j'aurai bientôt l'honneur de soumettre à la Société Royale; expériences qu'on peut regarder presque comme une démonstration. Ces expériences furent faites en changeant l'état mécanique des parallélipipèdes de gelées animales, et par l'endurcissement graduel, et par l'application de pressions variables; et j'ai, de cette manière, obtenu des résultats analogues à ceux décrits dans le Mémoire précédent. Dans tous ces cas, la compression de gelée produisit une rangée de franges d'une structure opposée à celles occasionnées par l'expansion, et chaque compression fut accompagnée d'une dilatation correspondante. On trouvera, de la même manière, qu'il existe dans tous les corps cristallisés une variation de densité relative à leurs axes, et annexée à leur polarité, qui explique aisément les franges de formes différentes développées par les différens cristaux du règne minéral (2).

---

(1) L'apparence de la fracture du verre à travers les franges, soit qu'il soit transitoirement cristallisé ou d'une manière permanente, est vraiment instructive. Elle a toujours le même aspect, et indique pleinement les différens états mécaniques des différentes parties du verre. C'est pour cette raison qu'il n'est pas possible de couper le verre cristallisé avec un fer chaud, comme le verre d'une densité uniforme, et c'est dans cette circonstance qu'on peut diviser le verre.

(2) Depuis que j'ai écrit ce Mémoire, j'ai découvert que le verre, ainsi que toutes les autres substances qui n'ont pas la propriété d'une double réfraction, est susceptible de la recevoir par une pression mécanique; et qu'une force comprimante produit toujours la structure qui donne les franges extérieures dans le verre cristallisé, tandis qu'une force dilatante produit la structure qui développe les franges intérieures. Nous sommes donc fondés à conclure que les parties du milieu sont dans un état de dilatation, et les

Proposition quarantième.

« La chaleur rayonnante n'est point susceptible de réfraction ; » elle est également incapable de pénétrer le verre comme les » rayons de lumière. »

La propagation de la chaleur rayonnante le long du verre peut être rendue sensible à l'œil par les méthodes décrites dans la première Section de ce Mémoire. Elle s'avance du bord échauffé du morceau de verre, en le cristallisant durant son passage, et en produisant des changemens dans les parties du morceau de verre où elle n'existe pas dans un état sensible.

Si la chaleur rayonnante est reçue sur une lentille convexe, le même effet est produit. Au lieu d'être tendue comme la lumière vers les surfaces convexes, elle s'avance, quel que soit l'angle d'incidence, en lignes perpendiculaires à la surface, en cristallisant le verre dans ses progrès; et aussitôt qu'elle a atteint la seconde surface, elle se décharge de nouvaau, comme si elle provenoit d'une nouvelle source de chaleur. Cette expérience, selon moi, est une démonstration oculaire de la première partie de la Proposition.

Le docteur Herschel, dans ses célèbres recherches sur les propriétés de la chaleur invisible, a déduit le résultat absolument opposé de plusieurs expériences; mais indépendamment de l'exiguité des effets qu'il a observés, il est évident que le thermomètre placé dans le foyer de sa lentille recevoit sa chaleur par la radiation de la lentille elle-même. On peut également démontrer qu'une lentille convexe qui radie la chaleur à une température uniforme, produira un plus grand effet sur un thermomètre placé dans son axe, que sur un autre dont la position est différente. D'après la forme de la lentille, les bords sont toujours les parties les plus froides, attendu qu'ils poussent leur chaleur vers l'anneau de métal dans lequel ils sont placés; et c'est pour cette raison que la décharge de la chaleur doit être très-abondante dans la direction de l'axe (1).

---

parties extérieures dans un état de compression. Par une application particulière des forces comprimantes, je suis même parvenu à obtenir des teintes uniformes, comme celles produites par des morceaux de sulfate de chaux d'une épaisseur égale.

(1) La circonstance du verre se refroidissant très-promptement vers ses bords

L'impuissance dans laquelle se trouve la chaleur de passer à travers du verre, peut être considérée comme une suite de son refus de céder à la force réfractive; car il n'est guère possible de concevoir une parcelle de matière rayonnante qui pénètre librement un corps solide sans éprouver quelque changement dans sa vélocité et dans sa direction. Les ingénieuses expériences de M. Prevost de Genève, et celles plus récentes de M. Delaroche, ont été regardées comme établissant la perméabilité du verre à la chaleur rayonnante. M. Prevost employoit des écrans mobiles de verre, qu'il renouveloit continuellement, pour que le résultat qu'il obtenoit ne pût pas être attribué à la chaleur de l'écran; mais telle est la rapidité avec laquelle la chaleur se propage à travers un mince morceau de verre, qu'il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, d'observer l'état du thermomètre avant qu'il ait été affecté par la radiation secondaire de l'écran. La méthode employée par M. Delaroche, d'observer la différence de l'effet, lorsqu'un écran de verre noirci et un autre transparent se succèdent à l'effet d'intercepter la chaleur radiante, est sujette à erreur.

La chaleur rayonnante trouva bien plutôt un passage à travers l'écran transparent; conséquemment la différence de l'effet étoit due non à la chaleur transmise, mais à la chaleur radiante de la surface antérieure. La vérité contenue dans la cinquième Proposition de M. Delaroche, est presque une démonstration de la fausseté de toutes celles qui la précèdent. Il trouve qu'un morceau de verre épais, quoique autant ou plus perméable à la lumière qu'un verre mince de mauvaise qualité, laissoit passer une beaucoup plus petite quantité de chaleur radiante. S'il eût employé des morceaux très-épais du flint glass le plus pur, ou

---

circonstance qui peut être prouvée en l'exposant à un rayon polarisé, nous permet de rendre raison d'un fait anomal qu'on n'avoit pas pu expliquer jusqu'ici, et qui a été observé par Euler le jeune, c'est que la longueur du foyer d'une lentille se raccourcit lorsque la température augmente. Cette observation ayant toujours été faite lorsque la lentille étoit froide, la densité, et par conséquent la puissance réfractive, a augmenté vers la circonférence de la lentille; donc la longueur de son foyer a diminué.

L'aberration sphérique des lentilles ne peut-elle pas être diminuée et même corrigée, en leur donnant une densité différente de celle de leur centre? J'ai trois morceaux de verre de cette espèce, dont deux cristallisés et un non cristallisé, et tous trois exactement taillés sur le même moule; mais je n'ai pas encore pu examiner leurs propriétés optiques.

des masses épaisses de fluide doué du pouvoir de transmettre la lumière en abondance, il auroit trouvé qu'une seule parcelle de chaleur n'étoit pas capable de passer directement à travers des *media* transparens.

Proposition quarante-unième.

« Pour construire un thermomètre chromatique pour me-» surer les différences de température au-dessous de celle du » verre fluide, par les effets optiques qu'elles produisent. »

Les différences de température ont déjà été mesurées par les expansions et les contractions qu'elles produisent dans les corps solides, fluides ou gazeux; et tous les divers instrumens thermométriques qui ont été construits, ne diffèrent les uns des autres que dans la méthode par laquelle les effets mécaniques sont rendus visibles. Les expériences renfermées dans la première Section de ce Mémoire nous offrent un principe absolument neuf pour la construction d'un thermomètre. Nous y avons vu que les teintes polarisées par un morceau de verre augmentent avec la température qui les produit; et c'est pour cette raison qu'on se sert de ces teintes comme d'une mesure de température, après s'être assuré qu'elles correspondent à plusieurs points dans l'échelle thermométrique.

J'ai construit un instrument de cette espèce, dont voici la description. Une série de 20 morceaux de verre de 3,2 pouces de long sur 1,2 pouce de large, et qui réunis donnent 5,4 pouces d'épaisseur. Un vase de métal dont le fond est formé d'une mince lame d'étain ou de plomb, ou de tout autre métal susceptible d'être versé en fusion sur les bords supérieurs des morceaux de verre, de manière à les toucher de toutes parts. On peut obtenir ce contact parfait pour les températures plus élevées, en pressant le fond du vase de métal jusqu'à ce qu'il touche les bords du verre dans tous les points.

Lorsqu'on verse un fluide chaud dans un vase, sa chaleur se communique à l'instant aux bords des morceaux de verre, et lorsqu'on les expose à un rayon polarisé, subséquemment analysé par la réflexion d'un corps transparent, ils donnent des franges colorées. Maintenant chaque teinte, dans l'échelle des couleurs, a une valeur numérique correspondante, qui devient une mesure exacte de la température du fluide.

Au lieu de verser le fluide dans le vase, nous pouvons enlever

celui-ci et plonger les morceaux de verre dans le fluide. Il faut ensuite les en retirer promptement et les suspendre dans une position où ils soient convenablement exposés à la lumière polarisée. La teinte au *maximum* qu'ils développent vers le centre en se refroidissant, est une mesure de température qu'ils ont acquise dans le fluide.

Pour avoir quelqu'idée de la nature de l'échelle, j'ai fait les expériences suivantes : la chaleur de ma main appliquée aux bords de 20 morceaux de verre, produisit aussitôt les franges avec les espaces noirs. Avec 12 morceaux j'ai produit le jaune du premier ordre, et lorsque je n'employai qu'un seul morceau, on distinguoit très-bien les espaces noirs et les franges d'un blanc bleuâtre. Une température d'environ 80°, celle du verre étant de 60°, appliquée à 20 morceaux, polarisa dans la frange du centre un *jaune* du premier ordre, qui correspond à une teinte dont la valeur est 4 dans l'échelle des couleurs. De là un morceau qui auroit produit une teinte correspondante à $\frac{4}{20} = 0{,}20$ de l'échelle.

Lorsqu'un des morceaux fut placé sur une barre de fer rouge visible au jour, il polarisa dans la frange centrale le commencement du vert du second ordre, qui correspond à 9,35 dans l'échelle.

Maintenant la différence de température répondant à 0,20, étoit 80° — 60° = 20°. De là nous avons

$$:: 0{,}20° : 9{,}35 = 20° : 935°,$$

la différence de la température du fer et du verre. La température du fer est donc 935° + 60° = 995°.

Si nous supposons les teintes marquées d'une manière si indéfinie que l'œil ne puisse observer que les unités de l'échelle des couleurs, dans ce cas même nous aurons une échelle de 187 pour mesurer la température de 935° — 20° = 915°; échelle dont chacune des divisions est à peu près égale à 4°,9. Cependant les teintes sont beaucoup plus définies que nous ne l'avons supposé; car dans le second ordre de couleurs, dans lequel on peut toujours faire les observations, les huit différentes teintes ont les mesures suivantes :

Teintes.	Valeurs.
Violet.	7,20
Indigo.	8,18

Teintes.	Valeurs.
Bleu.	9,00
Vert.	9,70
Jaune.	10,40
Orange.	11,11
Rouge brillant..	11,83
Ecarlate.	12,67

Maintenant la différence des valeurs pour le violet et l'écarlate est 5,47, correspondant à sept couleurs différentes. De là, dans la supposition que l'œil puisse distinguer parfaitement ces couleurs séparées, l'exactitude de l'échelle est augmentée en raison de 5,47 à 7, c'est-à-dire de 187 à 239, ce qui donne 3°,83 pour la valeur de chaque unité.

Néanmoins, il est tout-à-fait évident que nous pouvons distinguer au moins trois points dans le développement de chaque couleur; et même si l'œil sans aucun secours ne pouvoit pas parvenir à faire cette distinction, il peut la faire à une bien plus grande étendue, en croisant la frange avec un morceau cristallisé qui servira de modèle, et en observant le degré de courbure produit dans les franges. Ce modèle peut être taillé en forme de coin, de manière à présenter la variation de ses teintes dans le plus petit degré. Dans un coin de cette espèce, de deux pouces de long et taillé dans un parallélipipède cristallisé, de manière à avoir un angle de 8°, la teinte la plus élevée est entre le *bleu* et le *blanc* de premier ordre correspondant à environ 2,20, et la teinte la plus basse est entre le noir et le bleu correspondant à peu près à 8°. Nous avons donc une échelle d'à peu près deux pouces pour mesurer une variation dans la teinte montant à 2,20 — 0,80 = 1,40.

En formant des coins de verre cristallisé de cette manière, nous sommes à même d'observer les gradations par lesquelles les teintes passent l'une dans l'autre, et de faire plusieurs expériences sur les ordres de couleurs, ce qui autrement eût été impraticable.

La sensibilité de l'instrument dont nous parlons dépend de plusieurs autres causes : 1°. de l'intensité du pinceau polarisé; 2°. de la transparence du verre; 3°. enfin de l'éloignement de toutes réflexions internes à la jonction des morceaux. Dans l'instrument, avec les 20 morceaux précités, le verre a une teinture verte, et la lumière polarisée ne souffre pas moins de 40

réflexions

réflexions avant d'arriver à l'œil. Pour éloigner ces inconvéniens, la lumière doit être polarisée par la réflexion de plusieurs morceaux de verre les plus minces et les moins colorés qu'on peut se procurer; en sorte que chaque morceau puisse polariser et réfléchir la lumière transmise à travers le morceau immédiatement au-dessus. J'ai obtenu, de cette manière, une lumière aussi brillante que celle que l'argent réfléchit. Les réflexions internes peuvent être écartées en interposant un filet d'huile entre chaque morceau, de manière à soulever la partie du morceau où l'on doit examiner la teinte.

Si l'instrument est bien construit, et en prenant toutes ces précautions, je ne crains pas de dire qu'il marquera distinctement une différence de température égale à 1° du thermomètre de Fahrenheit (1).

Je ne puis terminer ce Mémoire sans témoigner ma reconnoissance au R. docteur Milner de Cambridge, qui m'a fait passer, de la manière la plus obligeante, une grande quantité de morceaux de verre épais qu'il m'auroit été impossible de me procurer ailleurs. J'ai pu obtenir par ce moyen plusieurs nouveaux résultats, et perfectionner beaucoup d'expériences qui étoient restées imparfaites (2).

J'ai l'honneur d'être, etc.

David BREWSTER.

---

(1) Ce thermomètre a des avantages qui lui sont propres. En effet, il nous met à même de mesurer l'intensité de la chaleur produite par le frottement de l'une des deux substances quelconques. Lorsque le verre est une de ces substances, la manière de se servir de cet instrument est toute simple. Lorsqu'on emploie l'autre substance, il faut la fixer, sans la cimenter, au bord inférieur d'un ou de plusieurs morceaux de verre, de manière que sa surface frottante puisse être aussi près qu'il est possible du bord du verre.

(2) C'est là un résultat pratique des expériences précédentes qui mérite une notice particulière. Tous les objets de verre, tant ceux destinés à la science que ceux employés au service domestique, devroient être examinés avec soin par la lumière polarisante, avant de les acheter. Une irrégularité dans l'action de peindre en apprêt, ou bien quelques-unes de ces imperfections analogues à ce que les ouvriers appellent *épingles* dans les morceaux d'acier, seroient rendues visibles à l'œil par leur action sur la lumière. Les endroits marqués de ces imperfections sont ceux où le verre casse presque toujours lorsqu'il est inégalement échauffé, ou lorsqu'il reçoit le plus léger coup. Ce seroit aussi un avantage pour ceux qui taillent le verre, de pouvoir le soumettre à cet examen avant d'entreprendre de le frotter et de le polir.

Nota. Depuis que j'ai adressé ce Mémoire à sir Joseph Banks, j'ai appris que M. Seebeck a rendu compte, dans un Journal allemand du mois de décembre 1814, de quelques expériences semblables à celles renfermées dans la Section deuxième de ce Mémoire. Comme, autant que je puis le croire, il n'existe en Angleterre qu'un seul exemplaire de ce Journal, qui est entre les mains du docteur Thomson, il m'a été impossible de me le procurer, à l'effet de comparer les résultats de M. Seebeck avec les miens. Je sais cependant qu'il a découvert le fait, qu'un morceau de verre rougi au feu acquiert souvent en se refroidissant la structure dépolarisante, et que les teintes dépendent de la manière dont on refroidit le verre. Ce résultat, néanmoins, n'a aucune analogie avec les nouvelles propriétés de la chaleur exposées dans la première Section du Mémoire précédent, et n'anticipe pas sur le développement des phénomènes contenus dans la seconde. La découverte de la nouvelle propriété de la chaleur fut faite par moi au commencement de 1814, et j'en rendis compte à la Société Royale le 19 mai 1814.

RECHERCHES
SUR L'ACTION GALVANIQUE;

Par J. P. DESSAIGNES.

J'Ai fait voir, dans deux Mémoires imprimés dans les Cahiers d'octobre et décembre 1811 du *Journal de Physique*, que la pile de Volta perd sa vertu électrique lorsqu'elle est totalement plongée pendant quelque temps dans un milieu dont la température est à + 100° cent., et qu'elle ne fonctionne pas tant qu'elle y reste; tandis que son intensité devient quatre fois plus forte qu'elle n'est naturellement, lorsqu'on ne soumet à cette haute température que la moitié de la pile, et qu'on laisse l'autre moitié à l'air libre. On obtient encore le premier résultat en la plongeant entièrement dans un milieu refroidissant à — 18° cent., et le second en ne soumettant à ce degré de froid que la moitié de la pile. J'ai fait voir, de plus, que quand deux métaux homogènes servant d'armature à une grenouille convenablement préparée, sont d'inégale température entre eux, leur contact est aussi puissant, pour exciter les contractions musculaires, que celui des métaux hétérogènes. Je vais faire connoître quelques nouveaux faits qui tendent à confirmer ces résultats, et à donner quelques vues sur la nature de l'action galvanique.

Premier Fait.

Faites chauffer de l'eau dans un vase de cuivre sur un fourneau: plongez-y un disque double, cuivre et zinc, muni de deux fils de fer, dont l'un communique au cuivre et l'autre au zinc, et que l'un et l'autre s'élèvent ensuite verticalement hors de l'eau à 20 millimètres au-dessus de sa surface. Une grenouille préparée, que vous tiendrez par les pieds, d'une main, tandis que de l'autre vous toucherez à un des fils de fer, éprouvera des contractions à chaque fois que vous ferez toucher ses nerfs au second fil

de fer; et à proportion que l'eau s'échauffera, elles seront même plus fortes et plus promptes; mais aussitôt que l'eau entrera en ébullition, vous les verrez s'affoiblir rapidement, et elles cesseront entièrement d'avoir lieu, lorsque l'appareil aura acquis partout le degré de température de l'eau bouillante. Si au lieu de toucher un des fils de fer avec un doigt, on prend alors une tige de métal, et que l'on touche avec celle-ci le même fil de fer, les contractions se manifestent de nouveau; mais on ne tarde pas à les faire disparoître en plongeant la tige dans l'eau bouillante, jusqu'à ce qu'elle ait acquis ce degré de chaleur. Les contractions reparoissent dès l'instant même qu'on retire le vase du fourneau, ou seulement en laissant tomber le feu.

Deuxième Fait.

Remplissez une jatte de verre d'un mélange frigorifique composé de neige et de sel : enfoncez-y deux cuillers, l'une d'argent, l'autre de zinc, en contact entre elles par leur creux et séparées l'une de l'autre par leur manche, et ne laissez à découvert que l'extrémité de ces manches. Les choses ainsi disposées, si vous touchez avec l'index d'une main le bout de la cuiller d'argent, et que tenant de l'autre main par les pieds une grenouille fraîchement préparée, vous mettiez par intervalles les nerfs en contact avec la cuiller d'étain, vous obtiendrez d'abord de vives contractions : mais à mesure que le refroidissement fera des progrès, vous les verrez s'affoiblir de plus en plus, et bientôt après disparoître entièrement. On peut alors les faire reparoître en chauffant un peu le bout de la cuiller d'argent à la flamme d'une chandelle; mais elles disparoissent de nouveau lorsque la chaleur s'est dissipée, et il faut chauffer une seconde fois, si l'on veut les faire renaître. On ne réveille point le pouvoir excitant en chauffant ainsi la cuiller d'étain. Il y a plus; lorsqu'on a chauffé l'argent et que les contractions ont reparu, il suffit de chauffer la cuiller d'étain immédiatement après pour les faire disparoître.

Lorsque le pouvoir excitant des métaux est éteint par le froid, il persévère dans cet état tant que le refroidissement reste au même degré. Dans le cas contraire, il se ranime peu à peu, et la grenouille y éprouve des contractions de plus en plus fortes, à mesure que les cuillers se réchauffent. Pour réussir dans cette expérience, il faut que le nerf touche la cuiller échauffée, et les pieds celle qui ne l'est pas : on n'obtient rien dans la position inverse.

Troisième Fait.

1°. Si l'on met une pièce d'argent sous un disque de zinc, que l'on place sur le zinc les nerfs d'une grenouille préparée, tandis que ses pieds reposent sur une autre pièce d'argent, et que l'on établisse ensuite une communication entre l'armature des pieds et le zinc des nerfs, on n'aura, comme l'on sait, aucune contraction, parce que le zinc se trouvant placé entre argent et argent, est alors soumis à deux actions contraires et égales. Cependant on peut en obtenir avec cette même disposition des métaux, en chauffant l'argent sur lequel repose le zinc, ou l'extrémité du fil d'argent qui touche supérieurement au zinc. On peut encore en produire sans chauffer l'argent, en refroidissant la surface supérieure du zinc avec une goutte d'éther.

Une inégalité de température entre les deux corps d'argent qui touchent le zinc, ou entre la surface supérieure du zinc et l'extrémité du fil qui la touche, suffit donc pour rompre l'équilibre des forces qui subsiste dans cette disposition des métaux.

2°. Personne n'ignore que l'on excite de fortes contractions dans les muscles d'une grenouille préparée, dont les pieds plongent dans une tasse et les nerfs dans une seconde tasse, l'une et l'autre pleines d'eau, lorsqu'on touche l'eau des vases d'un côté avec l'extrémité d'un fil d'argent, de l'autre avec un disque de zinc en contact avec l'autre extrémité du fil. Hé bien, si l'on chauffe le zinc jusqu'à un certain point et qu'on réitère les contacts, les contractions n'ont plus lieu, et elles ne reparoissent que lorsque le zinc n'est plus chaud. J'ai remarqué qu'en le chauffant trop fort, il suscite des contractions aux premiers contacts; mais lorsqu'il est moins chaud, il devient inexcitable, et il ne reprend son pouvoir que lorsqu'il est à peu près froid. Au lieu de chauffer le zinc, on produit le même effet en refroidissant l'argent jusqu'à un certain point.

On voit que l'on peut contre-balancer l'action impulsive de l'argent sur le zinc en donnant à celui-ci quelques degrés de température de plus, ou, ce qui revient au même, en baissant de quelques degrés celle de l'argent.

Quatrième Fait.

Les nerfs d'une grenouille étant sur du zinc et les pieds sur une cuiller d'argent, si l'on touche ces deux armatures avec

un fil d'argent jusqu'à ce que l'animal fatigué ne donne plus de contractions au contact, on les suscite de nouveau en choquant le zinc avec le bout de l'arc conducteur. Quand le choc n'est plus efficace, on les fait reparoître en grattant fortement le zinc avec le bout du fil. Quand cette action déchirante n'y fait plus rien, on en produit encore en chauffant le bout de l'arc conducteur qui touche au zinc.

J'avois laissé toute une nuit sur ma table de dissection la tête et les viscères d'une grenouille tenant ensemble. Le lendemain je mets sur les viscères une cuiller d'argent et une tige de zinc à la moëlle allongée du cerveau, et j'établis ensuite une communication des deux armatures avec un fil d'argent : cette tête est restée immobile sous toute sorte de contacts. J'ai chauffé alors la cuiller; à l'instant même les contractions se sont manifestées, et elles ont cessé d'avoir lieu lorsque la cuiller a été froide.

L'opposition des températures de deux métaux hétérogènes produit donc sur les organes musculaires une action plus puissante que celle de leur hétérogénéité.

Cinquième Fait.

Au lieu de mettre les nerfs d'une grenouille sur le zinc et les pieds sur l'argent, comme on le fait ordinairement, j'ai essayé de placer, au contraire, les nerfs sur l'argent et les pieds sur le zinc, pour voir si l'excitation auroit également lieu de cette manière. J'ai remarqué que lorsque l'animal est bien excitable, il donne d'abord deux contractions, l'une au moment où l'arc conducteur touche l'armature zinc des pieds, et l'autre lorsqu'on le soulève pour faire cesser le contact : quand l'excitabilité commence à s'affoiblir, on n'en obtient plus au contact, mais bien à la séparation ; quelque temps après elles n'ont plus lieu ni au contact ni à la séparation, tandis que si on remet le zinc sous les nerfs et l'argent sous les pieds, on en suscite de très-vives et long-temps après qu'elles ont cessé d'avoir lieu avec la première disposition des armatures.

L'excitation galvanique s'opère donc avec moins d'obstacles lorsque l'action impulsive va des pieds aux nerfs que lorsque sa direction est dans un sens contraire.

Sixième Fait.

J'avois fait observer en 1811, que si l'on touche avec les deux bouts d'un arc conducteur d'argent l'eau de deux vases dans l'un desquels plongent les nerfs d'une grenouille préparée et ses pieds dans l'autre, on n'obtient aucunes contractions lorsque l'arc jouit partout de la même température, tandis qu'elles ont lieu avec ce même arc lorsque l'un des bouts est chaud et l'autre froid. On produit le même effet en plongeant le doigt d'une main dans l'un des vases, et dans le second une tige métallique chaude, que l'on tient de l'autre main. Je dois ajouter que si l'on chauffe au même degré les deux bouts du fil d'argent, et qu'on les plonge de nouveau dans les deux vases, la grenouille n'éprouve plus alors de contractions. On peut néanmoins en obtenir en plongeant l'un des bouts avant l'autre; mais alors il s'établit une inégalité de température entre les deux extrémités.

Septième Fait.

Faites reposer une cuiller d'argent par son creux sur un mélange frigorifique de sel et de glace pilée, et son manche sur les bords du vase de verre qui contient le mélange : vous obtiendrez des contractions à chaque fois que vous ferez toucher aux nerfs d'une grenouille préparée le haut de la cuiller et à ses pieds le bas; et vous n'aurez rien en faisant les contacts en sens inverse.

Etablissez, dans un mélange frigorifique pareil au premier, un fil d'argent plié en demi-cercle, de manière qu'il n'ait que ses deux extrémités hors de ce milieu. Si, tenant d'une main par les pieds une grenouille préparée, vous approchez les nerfs de l'une des extrémités du fil, en même temps que vous touchez avec un doigt de l'autre main l'autre extrémité de ce fil, vous n'aurez aucune contraction. Chauffez alors l'un des bouts de l'arc avec la flamme d'une chandelle, et reformez la chaîne comme précédemment, la grenouille à l'instant éprouvera une vive contraction à chaque contact, et elle ne cessera de s'agiter que lorsque la partie de l'arc chauffée aura repris la température du milieu. Il faut toujours que le nerf touche le bout chaud et les pieds le bout froid : on n'obtient rien dans le sens contraire.

Huitième Fait.

Si l'on prend d'une main par les pieds une grenouille préparée, que l'on fasse toucher ensuite les nerfs à un doigt de l'autre main, l'animal reste immobile et insensible à tous les contacts. Si l'on plonge alors ce doigt de la main libre dans un mélange frigorifique, et que lorsqu'il est refroidi on l'approche de nouveau des nerfs, on obtient de vives contractions, et l'on ne cesse d'en produire ainsi que lorsque l'animal fatigué refuse de répondre à l'excitation des métaux hétérogènes.

Les deux mains mouillées d'eau salée n'ont aucun pouvoir excitant lorsqu'elles sont également chaudes ou également froides.

Si l'on plonge les nerfs de la grenouille dans un vase plein d'eau salée froide, et les pieds dans un autre plein d'eau salée chaude, qu'on touche ensuite l'eau des deux vases avec un doigt de chaque main, on excite à chaque contact une vive contraction.

Neuvième Fait.

J'avois fréquemment constaté, d'après M. de Humboldt, qu'une grenouille préparée, ayant pour armatures deux supports d'argent, éprouve quelquefois des contractions lorsqu'on les met en contact, malgré qu'elles soient parfaitement homogènes. Il en est de même lorsqu'en la tenant par le bassin, on fait toucher à-la-fois les nerfs et les pieds à la surface de mercure ou à celle de l'eau. J'avois encore observé, d'après le même auteur, que les contractions ont également lieu en faisant toucher aux nerfs les muscles de l'une des cuisses de l'animal; mais je m'étois en même temps aperçu que ces expériences réussissoient mieux dans un temps froid que dans un temps chaud, avec de fortes grenouilles qu'avec les petites. J'ai pensé alors que cela pouvoit dépendre de ce que les muscles dépouillés éprouvent un plus grand refroidissement que les nerfs par suite de l'évaporation de leur principe humide, et que si cela étoit, les contractions produites dans ces circonstances devoient être l'effet de l'opposition des températures de ces deux sortes d'organes.

Pour m'en assurer, j'ai mis les pieds et les nerfs d'une grenouille préparée sur deux cuillers d'argent, et de suite j'ai complété le circuit avec un fil d'argent : aux premiers contacts il ne s'est produit aucune contraction; mais quelque temps après j'en ai obtenu à chaque fois que je formois la chaîne. J'ai versé alors

quelques

quelques gouttes d'éther dans le creux de la cuiller, support des nerfs : à l'instant même les contractions ont cessé, et elles ont reparu en ôtant l'éther.

Dixième Fait.

Prenez par les nerfs une grenouille préparée et bien excitable: faites toucher ses pieds à un mélange frigorifique sans former chaîne : au moment même du contact vous verrez tous les fléchisseurs se contracter, les cuisses s'élever latéralement sur le bassin et les jambes se replier sous les cuisses. A cette flexion subite succède bientôt une vive extension, laquelle est suivie d'une flexion nouvelle et celle-ci d'une seconde extension. Lorsque ces mouvemens sont calmés, on peut les reproduire en mettant de nouveau les pieds sur la glace; mais en continuant à les refroidir, il survient à la fin un frémissement, un froncement progressif dans les muscles, puis une extension spasmodique de tous les membres, et une régidité générale des fibres. C'est un véritable tétanos, que l'on fait disparoître en chauffant un instant la grenouille dans la main ; mais alors la contractilité est tellement affoiblie, qu'elle est insensible à l'action des métaux hétérogènes.

Il ne se produit aucune contraction en faisant toucher, sans former la chaîne, les nerfs au mélange frigorifique. Il est remarquable que l'on n'obtienne rien en plongeant les pieds dans l'eau chaude : je n'ai eu des contractions que lorsqu'en enfonçant les cuisses dans l'eau chaude, les nerfs ont eu touché à cette eau.

Onzième Fait.

Je me suis avisé de toucher, avec le bout d'un fil d'argent refroidi à 0° à peu près, la moëlle allongée de la tête d'une grenouille récemment séparée du tronc, et restant unie aux membres thoraciques. A la première impression du froid il s'est produit des mouvemens convulsifs dans tous les organes; la tête s'est levée sur sa base; les yeux ont roulé dans leurs orbites, et les pattes se sont roidies. Tous les extenseurs étoient dans une contraction permanente. J'ai retiré alors le fil d'argent, et après quelque temps de repos j'ai touché de nouveau la moëlle avec le fil d'argent chaud à + 40° cent. ou 50° cent. environ. Dans cette circonstance, la tête, au lieu de se roidir comme auparavant, s'est affermie par degrés sur sa base; tous

les extenseurs et les fléchisseurs ont pris de la tonicité; les yeux sont devenus vifs; les membres thorachiques se sont dressés et ont exécuté des mouvemens de progression, qui ont transporté la tête d'un bout de la table où elle étoit à l'autre bout.

Frappé de ce phénomène, j'ai voulu voir s'il en seroit de même en touchant de la même manière la moëlle épinière dont les nerfs se distribuent aux extrémités inférieures. Aussitôt que l'argent chaud a eu touché la moëlle, j'ai vu les muscles se raffermir, puis les fléchisseurs se contractant se[illegible]es se sont repliées sous les cuisses, celles-ci se sont élevées de chaque côté du bassin, et le tronc s'est dressé sur le bassin dans l'attitude naturelle à la grenouille lorsqu'elle est accroupie et prête à sauter. J'ai touché alors la moëlle avec un fil d'argent froid : cela a produit la contraction des extenseurs, et l'animal s'est allongé sur la table.

J'ai observé que lorsque le fil d'argent est trop chaud, il ne se produit point de contractions des fléchisseurs, mais seulement des extenseurs, de même qu'avec le fil froid. Il est bien remarquable qu'un certain degré de chaleur produise sur les nerfs un effet contraire à celui du froid.

Douzième Fait.

On peut produire des contractions musculaires par une action purement mécanique.

Prenez une grenouille préparée fraîchement : tenez-la par les pieds et faites toucher le tronçon vertébral qui pend aux nerfs à une tige de verre au bord d'une table, à un livre, à du linge, à la manche de votre habit, en un mot à un corps quelconque qui ne fasse point de chaîne, vous aurez à chaque contact une contraction. Lorsque le simple contact ne produit rien, il faut choquer le tronçon contre un corps. J'ai vu quelquefois l'animal, après un choc violent, se contracter plusieurs fois de suite par des flexions et des extensions alternatives. Ces contractions n'ont pas lieu en tenant les nerfs dans la main et en choquant les pieds à leur tour.

Treizième Fait.

Voici un fait assez singulier : lorsqu'une grenouille préparée et munie d'armatures zinc sous les nerfs et cuiller d'argent sous les pieds, est fatiguée par suite des excitations fréquentes qu'elle

a subies, et qu'elle ne donne plus que de foibles contractions avec un arc conducteur très-légèrement chauffé par un bout, si on laisse en permanence de contact l'arc conducteur avec les armatures, le bout chaud étant du côté de la cuiller, et que quelque temps après on lève le bout qui touche à la cuiller pour l'y apporter de nouveau, en faisant toucher les mêmes points qui se touchoient auparavant, il n'y a plus de contractions, et l'on ne sauroit en avoir tant que ce sont les mêmes points qui se touchent. On en obtient au contraire en mettant en contact, soit le point déjà touché du fil avec une partie de la cuiller autre que celle qui a été touchée, soit le point déjà touché de la cuiller avec une autre partie du fil que celle qui a été touchée. Ce qu'il y a de plus étonnant, c'est que quand les deux nouveaux points ont été quelque temps en permanence de contact, si on les sépare pour les rapprocher de nouveau, ils ne produisent plus de contractions; mais on en obtient alors en les reportant respectivement sur le premier point que chacun d'eux avoit antérieurement touché.

Quatorzième Fait.

M. de Humboldt s'est le premier aperçu que deux armatures, dont l'une a touché du zinc, ont la propriété d'exciter des contractions dans une grenouille formant chaîne avec elles. Cette expérience curieuse demandoit à être variée pour découvrir la cause du phénomène : je l'ai fait de la manière suivante.

Faites baigner les pieds et les nerfs d'une grenouille préparée dans deux vases remplis d'eau : touchez ensuite l'eau des deux vases avec les deux bouts d'un fil d'argent, il n'y aura aucune contraction à chaque contact. Etablissez alors un disque d'argent sur un disque de zinc; et avec une des extrémités du fil, ne touchez que la surface supérieure du disque d'argent, puis replongez les deux bouts de ce fil dans l'eau des deux vases, vous obtiendrez à l'instant même une forte contraction, que vous pourrez renouveler plusieurs fois de suite en réitérant l'immersion du fil dans les vases. Cette propriété reparoît au bout de quelque temps; mais on peut la faire disparoître en touchant une seconde fois le disque d'argent avec un des bouts du fil. Lorsque le disque d'argent n'est pas en contact avec le zinc, on a beau le toucher avec le fil, il ne lui communique aucune vertu : il en est de même lorsque le zinc est entre deux disques

d'argent, et qu'on touche l'un des deux avec un des bouts du fil. Ce fil n'acquiert encore aucune propriété, lorsque le zinc étant en contact avec un seul disque d'argent, on touche celui-ci avec les deux bouts du fil à-la-fois.

Je dois prévenir que pour bien réussir dans cette expérience, il faut avoir soin de toucher toujours l'eau du vase où plongent les nerfs avec l'extrémité de l'arc qui a été en contact avec le disque d'argent reposant sur zinc.

RÉSUMÉ.

1°. On voit, par les deux premiers Faits que j'ai exposés, qu'en soumettant la pile de Volta, ou l'un de ses élémens, à un degré de froid intense ou à une température élevée, on leur fait perdre également leur pouvoir électromoteur. S'il est difficile de se rendre raison de cette action de la température, il ne l'est pas moins de concevoir comment deux causes aussi opposées que la chaleur et le froid produisent le même résultat. Il me semble pourtant que si l'électricité qui se produit au contact de deux métaux hétérogènes est l'effet d'une puissance impulsive qui pousse d'un métal dans l'autre, on peut annuler son action de deux manières différentes : 1°. en imprimant à cette force une direction contraire; 2°. en faisant naître une force de résistance qui lui soit égale. Or, le froid paroît produire le premier effet, en procurant au fluide impondérable des deux corps en contact, une expansion progressive qui le fait rayonner du dedans au dehors : la chaleur exerçant au contraire une pression de dehors en dedans, doit opérer le second; car le fluide des deux corps n'étant pas de même densité, leur ressort doit s'accroître sous une même pression dans un rapport inverse à leur densité, et parvenir ainsi progressivement à un équilibre de tension.

Si cela est ainsi, l'on peut, d'après cette hypothèse, concevoir aisément comment, dans le troisième Fait, on augmente le pouvoir électromoteur des deux métaux en chauffant l'argent, ou sans chauffer l'argent, en refroidissant le zinc : comment, au contraire, on détruit ce pouvoir en chauffant le zinc jusqu'à un certain point, ou en refroidissant de même l'argent; et comment on le fait reparoître en chauffant trop fort le zinc, ou en refroidissant outre mesure l'argent. Pour mettre en équilibre deux puissances inégales, l'on sent qu'il ne faut accroître la plus foible que de

l'excès de la plus forte, ou n'ôter à celle-ci que ce qu'elle a de trop.

Puisqu'on augmente le pouvoir électromoteur en chauffant l'argent, et qu'on le détruit au contraire en chauffant le zinc jusqu'à un certain point, il suit de là que la force impulsive de l'argent sur le zinc est supérieure à celle du zinc sur l'argent. Or, l'argent qui est mis en contact sur le zinc se trouve électrisé négativement, lorsqu'en le tenant isolé on le sépare du second métal. L'état négatif est donc ici le partage de la puissance la plus forte, et le positif celui de la plus foible. Cela ne peut pas être autrement, si l'on y fait attention; le fluide de l'argent repousse celui du zinc; par cette action il s'approche du centre d'attraction du second corps; celui-ci doit donc en retenir une portion au moment de la séparation des deux métaux.

2°. Le cinquième Fait nous présente un phénomène assez curieux, qui est que si l'on met l'armature argent sous les nerfs, celle du zinc sous les pieds, et qu'en appuyant un des bouts de l'arc excitateur sur l'argent, on touche avec l'autre le zinc, on a d'abord deux contractions, l'une en fermant la chaîne et l'autre en l'ouvrant; puis rien en la fermant, mais seulement en l'ouvrant; enfin rien d'aucune manière, tandis qu'elles continuent long-temps après d'avoir lieu lorsque zinc est sous les nerfs et argent sous les pieds.

Cela ne prouve-t-il pas que la grenouille n'est pas ici seulement un électroscope, mais encore un appareil galvanique, qui ne répond bien à l'action des métaux que lorsqu'elle se fait dans le sens selon lequel il exerce lui-même naturellement son action. Or, dans l'état naturel ce sont les nerfs qui poussent dans les muscles et non les muscles dans les nerfs; en mettant le zinc du côté des muscles et l'argent du côté des nerfs, l'argent pousse dans le zinc au moment du contact, le zinc pousse dans les muscles, ceux-ci dans les nerfs, et il se fait une contraction; mais cette force impulsive venant à cesser lorsqu'on rompt la chaîne, les nerfs prévalent, ils poussent dans les muscles et il se fait une nouvelle contraction qui rétablit l'équilibre. Il est aisé de voir après cela, pourquoi, lorsque l'excitabilité est affoiblie, on n'obtient plus de contractions de cette manière, tandis que de l'autre on en obtient long-temps après. Il faut une plus forte impulsion pour agir sur les nerfs par les muscles, que pour agir sur les muscles par les nerfs.

3°. Les Faits 6, 7, 8, 9, 10, 11 et 12 nous fournissent divers exemples de contraction par la seule opposition des températures de deux métaux homogènes formant chaîne, ou des deux mains seulement, ou des muscles et des nerfs se touchant directement. Il y a plus; on voit la température exciter des contractions sans chaîne, et en agissant seulement sur l'une des extrémités de l'arc animal. Un choc produit le même effet lorsqu'il s'exerce sur les nerfs.

Il n'est pas possible, dans toutes ces circonstances, de supposer que l'action musculaire est l'effet d'un courant électrique, qui se dirige des nerfs dans les muscles ou des muscles dans les nerfs. Il est évident que les contractions sont produites ici par une simple pression du côté des nerfs, ou par une forte expansion du côté des muscles; et qu'elles ont lieu plus facilement et plus long-temps, lorsque la pression qui s'exerce du côté des nerfs est en même temps secondée par une expansion du côté des muscles. Tout me porte à croire qu'il en est de même dans le contact de deux métaux hétérogènes. En effet, on remarque qu'ils ne donnent aucun signe d'électricité tant qu'ils sont en contact, et que l'un et l'autre ne deviennent électriques qu'au moment de leur séparation. Tant que ce contact subsiste, il ne peut donc y avoir dans les métaux qu'une disposition prochaine à l'état électrique, c'est-à-dire pression du fluide dans l'un et raréfaction correspondante dans l'autre.

Il est bien singulier qu'une douce chaleur appliquée aux nerfs, ou l'attouchement prompt des pieds à un corps froid, ne mette en jeu que les fléchisseurs, tandis qu'un plus fort degré de chaleur, ou un froid quelconque appliqués aux nerfs, de même que tout autre excitation faite avec chaîne ou sans chaîne, ne produise les contractions que dans les extenseurs. Y auroit-il un degré d'excitation propre à chacune de ces deux substances musculaires?

4°. On aura sans doute été frappé de voir, dans le treizième Fait, les deux points métalliques qui opèrent le contact perdre, par la continuité de leur attouchement, la propriété d'exciter l'un par l'autre, et chacun d'eux la reprendre lorsqu'ils touchent un nouveau point métallique de même corps. Ce phénomène ne nous donne-t-il pas l'idée de la manière dont nos sens s'émoussent par la continuité d'une même impression; et ne peut-on pas concevoir par là comment une partie du cerveau peut

recevoir un changement, acquérir une disposition, une habitude enfin, sans que le restant de cet organe y participe?

5°. On a dû remarquer, dans le quatorzième Fait, qu'un fil d'argent prend passagèrement la propriété d'exciter rien qu'en faisant toucher une de ses extrémités à un disque d'argent en contact avec du zinc. Cette propriété ne peut être que le résultat d'un état particulier que le disque d'argent acquiert lorsqu'il est sur du zinc, et qu'il communique au fil qui le touche. Or, quand le disque d'argent est sur le zinc, son fluide est dans un état de condensation à sa surface inférieure et de raréfaction à la supérieure; cette même disposition du fluide doit donc avoir lieu dans le fil d'argent au moment où il touche le disque par un de ses bouts. Il est vrai que cette propriété subsiste dans le fil quelque temps après le contact, même sans isolement, et qu'il est étonnant que l'équilibre ne se rétablisse pas aussitôt que le contact a cessé; mais c'est un fait, et un fait constant. Cela ne prouveroit-il pas que toutes les molécules du fluide d'un corps sont entre elles en équilibre de tension, et que lorsque cet équilibre vient à être rompu par une cause quelconque, l'attraction en retarde le rétablissement?

Ce fait est analogue à celui qu'avoient déjà fait connoître MM. Gautherot, Erman et Ritter, qui est que si l'on met en contact les deux bouts d'un fil métallique avec les deux pôles d'une pile de Volta, et qu'on l'en retire un instant après, il possède pendant quelque temps la propriété de donner des saveurs à la langue, de décomposer l'eau, de faire, en un mot, les fonctions d'une pile, quoiqu'il ne soit plus sous l'influence de l'appareil électromoteur. On peut donc dire que le fluide de ce fil est alors polarisé, puisque, comme la pile, il a un pôle positif et un pôle négatif. C'est sans doute en vertu d'un état semblable, que le refroidissement de l'atmosphère procure au fluide de tous les corps, que des disques métalliques non isolés, qu'on approche d'une aiguille électrométrique en communication avec le réservoir, ont la propriété, tantôt d'l'attirer, tantôt de la repousser, suivant l'intensité du froid, ainsi que je l'ai observé. Ne seroit-ce pas aussi à cette polarité temporaire que seroit due l'irritabilité qui subsiste dans les fibres musculaires quelque temps après la mort violente de l'animal?

MÉMOIRE

SUR LA SODALITE DU VÉSUVE;

PAR M. LE COMTE STANISLAS DUNIN BORKOWSKI.

PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE LE 28 OCTOBRE.

M. EKEBERG a le premier analysé un minéral du Groenland qui contient 25 parties de soude. M. Thomson a répété cette analyse, il y a ajouté la description minéralogique de ce minéral, et il l'a fait connoître, dans un beau Mémoire, comme une nouvelle espèce, sous le nom de la *sodalite*. On ne connoissoit pas jusqu'à présent d'autres localités de la sodalite. J'ai été assez heureux pour la retrouver sur la pente du Vésuve appelée *Fosso Grande*, que l'on peut regarder à juste titre comme le grand répertoire des richesses volcaniques du Vésuve. Il paroît que la sodalite doit son origine aux anciennes éruptions qui ont fourni à la Minéralogie la néphéline, la meyonite et l'idocrase; mais elle n'est pas, à beaucoup près, aussi commune que ces espèces; et c'est à cette raison qu'il faut attribuer qu'elle n'a pas été remarquée par les savans observateurs qui ont parcouru cette célèbre contrée. Malgré beaucoup de recherches, je n'ai pu trouver qu'un échantillon sur place. Un autre m'a été donné ensuite par le guide *Salvatore :* c'est sur ces deux échantillons que les observations suivantes ont été faites.

Caractères extérieurs.

La sodalite du Vésuve est d'un gris blanchâtre; elle se trouve en grains arrondis et cristallisés, sous la forme d'un prisme à six faces, et terminé par un pointement à trois faces placées alternativement sur trois bords latéraux. Les cristaux paroissent être de différente grandeur, et j'en possède un qui a un pouce de longueur. La surface des cristaux est lisse un peu irisée.

A l'extérieur

A l'extérieur elle est éclatante d'un éclat gras.

A l'intérieur d'un éclat vitreux.

La cassure en travers est parfaitement conchoïde, en longueur elle est lamelleuse, mais il est difficile de déterminer le clivage.

Elle est demi-diaphane; ses fragmens sont indéterminés à bords aigus.

Elle est demi-dure, cédant facilement à la lime et très-facile à casser; sa pesanteur spécifique est de 2,89.

Caractères chimiques.

Les fragmens de la sodalite du Vésuve, mis dans l'acide nitrique, ne perdent pas leur éclat tant qu'ils y sont plongés; mais retirés de la liqueur, ils se couvrent bientôt d'une légère couche blanche. Mise en poudre dans l'acide muriatique ou hydrocLorique, elle forme une gelée. Au chalumeau elle se fond sans addition, mais difficilement.

Gisement.

La sodalite se trouve dans une gangue calcareo-talqueuse, accompagnée du pyroxène, d'une pierre ponce verte, et d'une substance cristallisée en petites tables à six faces, que M. Werner appelle l'*eisspath.*

L'ensemble des caractères minéralogiques que je viens d'exposer me présentoit, à la vérité, une substance inconnue; mais ces caractères étoient loin de m'éclairer sur sa véritable nature. La Cristallographie ne pouvoit non plus servir pour la détermination de cette espèce; car la forme des cristaux étant un prisme à six faces terminées par une pyramide à trois faces, dont les angles formoient 120 degrés, elle se réduisoit à la forme primitive du dodécaèdre rhomboïdal. Or cette forme primitive, commune à plusieurs espèces différentes, cessoit par cela même d'être distinctive. Il falloit donc avoir recours à la Chimie, et le résultat de mon analyse a complètement répondu à mon attente.

Analyse chimique.

A.

25 décigrammes de sodalite en petits fragmens ont été chauffés dans un creuset de platine au rouge cerise pendant une demi-

heure, sans rien perdre de leur poids, seulement ils ont pris un aspect laiteux ; les morceaux qui touchoient aux parois du creuset ont éprouvé une légère fusion.

B.

1°. 4 grammes de sodalite réduits en poudre très-fine ont été mis dans 10 grammes d'acide hydro-clorique étendu de 5 parties d'eau distillée. La pierre a été attaquée en grande partie à froid. Par une légère ébullition, la dissolution s'est prise en une gelée jaune très-forte, que j'ai ramassée avec beaucoup de précaution sur une capsule de porcelaine, et j'ai fait évaporer le tout à siccité. Vers la fin de l'opération, on a eu soin de remuer continuellement la gelée pour que l'évaporation se fît également et doucement. Lorsque la matière a été réduite en poudre, elle a été délayée dans l'eau, et le résidu lavé jusqu'à ce que le lavage ne fît aucun précipité avec le nitrate d'argent. Chauffé au rouge, il pesoit encore chaud 17,25 décigrammes. Le filtre avoit augmenté de poids de 0,25 décigrammes ; ce qui fait le poids total du résidu 17,50 décigrammes.

Pour me convaincre que ce résidu blanc étoit de la silice, je l'ai chauffé pendant une demi-heure avec 5 grammes de potasse caustique dans un creuset d'argent. Le mélange a pris une fonte liquide; le creuset ayant été retiré du feu, j'ai versé sur la matière encore chaude de l'eau distillée ; lorsque la matière a été entièrement délayée, on a versé l'acide hydro-chlorique, qui en a opéré la dissolution complète. Cette dissolution a été évaporée à siccité. La silice obtenue, lavée et chauffée au rouge, pesoit 17 décigrammes. La perte de 0,50 décigrammes tient à ce qu'on n'a pas pesé le filtre, car la liqueur du lavage n'étoit troublée ni par l'ammoniaque pure, ni par le carbonate d'ammoniaque.

2°. La liqueur acide d'où la silice avoit été séparée, a été précipitée par l'ammoniaque pure ; on a obtenu une matière volumineuse très-blanche, qui a été filtrée sur-le-champ. Après l'avoir lavée, on l'a fait bouillir encore humide dans la potasse caustique ; toute la matière a été dissoute, il n'est resté qu'un très-petit dépôt brun, qu'on a séparé par le filtre. La liqueur alcaline a été neutralisée par le muriate d'ammoniaque, ce qui a formé un précipité abondant, lequel, lavé et chauffé au

rouge, pesoit 6,75 décigrammes; il avoit toutes les propriétés de l'alumine.

3°. J'ai versé du carbonate d'ammoniaque dans la liqueur d'où l'alumine avoit été séparée. Le lendemain j'ai trouvé un précipité qui ayant été lavé et rougi, pesoit 2,75 décigrammes; le résidu dissous dans l'acide sulfurique a été évaporé à siccité et traité par l'eau froide, qui a dissous le tout. Cette dissolution, rapprochée par la chaleur, a été exposée à une cristallisation spontanée. Comme elle refusoit de cristalliser, et qu'elle n'indiquoit pas au goût la présence du sulfate de magnésie, on a ajouté à cette dissolution du sulfate de potasse, lequel a formé de l'alun. Le précipité obtenu par le carbonate d'ammoniaque est donc de l'alumine, qu'il faut ajouter à la somme obtenue par l'expérience précédente.

4°. Comme il y avoit une matière attachée au bâton d'où on a séparé les 2,75 décigrammes d'alumine, j'ai versé, pour l'obtenir, de l'acide hydro-clorique, et j'ai vu se détacher de petites paillettes brillantes, qui, réunies sur le filtre et séchées, ressembloient tellement à l'acide borique, que j'ai cru un moment avoir obtenu cet acide; mais je me suis bientôt convaincu que cette substance étoit de la silice, qui, dans cet état de division extrême, prenoit cette apparence cristalline et cet aspect brillant; elle pesoit 0,25 décigrammes.

5°. Le dépôt brun qui pesoit 0,25, de l'expérience deuxième, a été traité par l'acide sulfurique, qui a dissous le fer sans attaquer la silice. Le fer précipité de la dissolution par l'ammoniaque pesoit 0,05 décigrammes. Le métal est en si petite quantité, que je crois qu'il appartient plutôt à la pierre ponce verte qu'à la sodalite. Les 0,20 décigrammes non attaqués par l'acide sulfurique avoient les caractères de la silice.

6°. La silice, l'alumine et le fer obtenus ne représentant pas le poids de la pierre analysée, il falloit rechercher dans la liqueur d'où on avoit séparé les terres, le carbonate d'ammoniaque, les autres parties constituantes de la sodalite. En conséquence on a rapproché la liqueur, et après avoir ajouté de l'acide sulfurique pour chasser l'acide hydro-clorique et convertir le tout en sulfate, on l'a évaporée à siccité, puis on a chauffé au rouge pour chasser le sulfate d'ammoniaque et l'excès d'acide sulfurique. La matière obtenue pesoit 22,50 décigrammes. Elle a été dissoute dans l'eau, rapprochée par la chaleur et exposée à l'éva-

poration; on a vu quelques petits cristaux en aiguilles de sulfate de chaux se déposer; mais leur quantité étoit si petite, qu'on ne pouvoit pas l'évaluer. La liqueur avoit cristallisé confusément en petits cristaux; et comme elle précipitoit la dissolution de platine, j'ai cru d'abord que toute la matière étoit du sulfate de potasse; mais lorsque j'ai redissous les cristaux, la liqueur a fourni, par l'évaporation spontanée, des prismes à six faces, qui efflenrissoient en totalité à l'air, avoient le goût frais et ne précipitoient pas le platine. Ils avoient donc tous les caractères du sulfate de soude; et comme le sulfate de soude obtenu par la calcination pesoit 22,50 décigrammes, il contient 11 décigrammes de soude pure. Le précipité obtenu par la dissolution de platine tient à une petite quantité de potasse qui est mêlée avec la soude.

La pierre analysée est donc composée, sur 40 parties, de

Silice.	17,95
Alumine.	9,50
Fer.	0,05
Soude mêlée d'un peu de potasse. . .	11,00
Perte.	1,50
Trace de chaux.	
	40

Et sur 100 parties,

Silice.	44,87
Alumine.	23,75
Soude avec un peu de potasse. . . .	27,50
Fer.	0,12
Perte.	3,76
	100

La grande quantité de soude que j'ai obtenue de l'analyse m'a fait aussitôt soupçonner que la substance analysée étoit une sodalite; et ce soupçon s'est converti en pleine conviction, lorsque j'ai comparé mon analyse à celles de MM. Ekeberg et Thomson.

Voici le Tableau de leurs résultats:

M. Ekeberg.		M. Thomson.	
Silice.	36		38,52
Alumine.	32		27,48
Soude.	25		23,50
Acide muriatique. .	6,75		3
Oxide de fer. . . .	0,25	Fer.	1
		Chaux.	2,70
		Sale matière. . . .	2
		Perte.	1
	100		100

Ces analyses ne diffèrent de la mienne que parce que j'ai trouvé un peu de potasse mêlée à la soude. La perte de 3,76 que j'aî dans mon analyse, pourroit parfaitement être représentée par les 3 parties d'acide hydro-clorique que M. Thomson a trouvées dans la sodalite, et que je ne pouvois voir, m'étant servi, pour mon analyse, de cet acide. Les caractères extérieurs de la sodalite du Groenland ne diffèrent pas non plus essentiellement de ceux que j'ai observés dans la sodalite du Vésuve; car le prisme à six faces terminé par un pointement à trois faces de 120°, n'est qu'une forme allongée du dodécaèdre rhomboïdal que M. le comte Bournon a reconnue pour forme primitive de la sodalite. Quant à la propriété de faire une gelée avec les acides, elle n'a pas été remarquée par M. Thomson, mais elle a été reconnue par M. Haüy.

Maintenant que l'existence de la sodalite au Vésuve est prouvée, il sera aisé de la distinguer par les caractères minéralogiques des autres espèces qui se rencontrent sur la même montagne.

La substance avec laquelle on pourroit le plus facilement confondre la sodalite, quand elle se trouve en grains ou en masse, c'est l'amphigène; mais on la reconnoîtra en ce qu'elle forme avec les acides une gelée, qu'elle est fusible et moins dure que l'amphigène.

Vues géologiques.

La découverte de la sodalite au Vésuve est encore d'un intérêt particulier pour la Géologie ; depuis les nombreuses découvertes qu'on a faites au Vésuve, il me paroît évident que les substances qui s'y trouvent sont un produit du feu : car il m'est impossible de concevoir que des espèces tellement différentes que la né-

phéline, la meyonite, l'idocrase, l'amphigène, le pyroxène, le grenat, l'amphibole, le spinelle et autres se trouvent réunies toutes formées au fond du cratère comme dans un magasin pour être rejetées par le volcan. La sodalite du Vésuve porte surtout le caractère de la fusion; car elle est entourée, dans l'échantillon que je possède, de la pierre ponce, qui est reconnue pour le produit du feu. La sodalite du Groenland, au contraire, se trouve dans les terrains primitifs, accompagnée de roches feld-spathiques, et ne laisse aucun doute sur son origine neptunienne. Voilà donc deux substances qui se trouvent aux deux extrémités opposées de l'Europe, formées par deux voies opposées, et qui cependant, et par leur composition, et par les caractères minéralogiques, sont identiques et forment la même espèce. Il suit de là qu'il est impossible en Géologie de prouver la formation volcanique ou neptunienne d'une espèce par la seule inspection des caractères extérieurs; car ils sont communs aux deux voies de formation, et qu'il faut, pour parvenir à des résultats satisfaisans sur la formation des roches, étudier leurs rapports géologiques. C'est ainsi que la nature elle-même semble avoir tracé les grandes limites qui séparent la Géologie de la Minéralogie.

OBSERVATIONS

SUR LES GÉOPHAGES DES ANTILLES;

PAR L'AIDE-DE-CAMP MOREAU DE JONNÈS,

Chevalier de Saint-Louis et de la Légion-d'Honneur, Membre Correspondant de la Société Médicale d'Emulation de Paris, etc.

On savoit déjà, par les relations de plusieurs missionnaires, qu'il existoit, parmi les habitans des diverses contrées de la zone torride, le goût bizarre de l'habitude de manger de la terre; mais ce sont les détails intéressans que M. le baron de Humboldt a donnés sur les Ottomaquas de l'Orénoque, et M. de Leschenault sur les Javanais, qui ont éveillé l'attention des observateurs sur ce sujet, et qui attireront sur lui désormais celle des voyageurs que l'amour des sciences n'aura point abandonnés loin de leur patrie, et sous le ciel brûlant des tropiques.

Cette singulière dépravation se retrouve dans toutes les îles de l'Archipel des Antilles. Un long séjour dans celles de la Martinique et de la Guadeloupe m'en a offert des exemples tellement multipliés, que je crois pouvoir assurer que cette appétence est indépendante de tout besoin journalier d'alimens, et qu'elle est produite par des causes pathologiques, générales et permanentes.

Les individus dans lesquels elle se manifeste, sont presque uniquement des nègres libres ou esclaves, et des gens de couleur de diverses nuances. Elle se montre rarement parmi les blancs; dans le cas où ils en sont atteints, elle paroît l'effet d'altérations de l'économie animale résultant de maladies antérieures; la grossesse et l'absence de la menstruation la produisent quelquefois dans les femmes de la même caste; mais on ne peut douter qu'elle n'ait alors pour causes les perturbations que ces circonstances font éprouver à leur constitution, et dont les effets font naître en Europe des goûts analogues.

Dans les individus provenant d'origine africaine, le désir et l'habitude de manger de la terre ne paroissent point être, comme dans les blancs, l'effet d'une maladie, mais au contraire en être la cause immédiate.

Cette différence provient sans doute de celle du régime auquel les uns et les autres sont soumis. Une nourriture plus succulente et surtout l'usage des liqueurs alcoolisées, ont vraisemblablement l'avantage de prévenir dans les blancs les affections gastriques d'où résulte cette étrange appétence, et ils n'y sont exposés que lorsqu'un état de détresse, dont on voit aux Antilles peu d'exemples, impose un autre régime à quelques-uns d'entre eux.

Dans les originaires d'Afrique, l'usage de poissons secs et d'alimens tirés presque sans exception du régime végétal, semble favoriser la disposition physiologique produite par le climat; ce qui peut porter à le croire, c'est que partout où l'on a observé le goût bizarre de manger de la terre, on a trouvé que ceux qui l'ont contracté, sont soumis à un régime d'où sont exclues presque entièrement les substances animales et les liqueurs spiritueuses.

Si l'on rapproche cette observation de celle du gisement des contrées habitées par des individus ou des peuplades adonnés à ce goût singulier, et qui toutes sont situées sous la zone torride, on est porté à en conclure que les forces vitales appelées sans cesse du centre à la périphérie par les vives excitations d'une température ardente, laissent le système viscéral dans une sorte d'inertie, d'où résultent des altérations qui sont vraisemblablement les causes de cette appétence dépravée.

Quoi qu'il en soit du fondement de cette conjecture, dont la vérité ne pourra être démontrée que par l'observation lumineuse de quelques-uns des médecins éclairés dont s'honore aujourd'hui l'art de guérir, on peut au moins tracer ici avec exactitude les effets de ces causes encore obscures et douteuses.

Les dispositions pathologiques qu'on peut présumer exister avant la naissance du désir ardent de manger de la terre, ont toujours échappé à mon observation. Il falloit sans doute, pour les saisir, une étude plus suivie, et surtout un coup-d'œil plus exercé. Cependant plusieurs faits positifs m'ont donné lieu de croire que ce goût se développoit particulièrement parmi les individus dont la constitution est éminemment lymphatique, la fibre

fibre lâche, le corps mal ou foiblement animalisé, l'esprit paresseux, et les facultés généralement inertes. Dans ceux qui n'avoient pas contracté cette manie depuis long-temps, et que j'ai examinés avec quelque soin, je n'ai remarqué aucun symptôme d'affection gastrique; mais dans un grand nombre d'autres qui s'y livroient depuis un laps de temps assez considérable, on trouvoit réunis les caractères des maladies viscérales et intestinales : leur peau était sèche, aride, d'un aspect terreux, et d'une teinte jaune qui se combinoit d'une manière plus ou moins apparente avec la couleur naturelle du tissu dermoïde : le regard étoit languissant, la respiration difficile, l'haleine souvent infecte, les extrémités grêles et amaigries, le pouls intermittent, le ventre balonné et par fois douloureux; l'habitude du corps étoit celle de la souffrance, et il y avoit une paresse et une difficulté extrêmes dans toute espèce de mouvemens.

Dans cet état, ces malheureux conservent continuellement la pensée et le désir insatiable de se livrer à l'étrange manie qu'ils savent pourtant devoir encore empirer leur situation; ils en sont sans cesse occupés, et ne songent, quand l'habitude a pris un certain degré de force, qu'aux moyens de tromper la surveillance qu'on exerce sur eux.

Cette surveillance les oblige souvent à satisfaire leur penchant avec la première terre qui se trouve sous leur main, et dont ils mangent de grandes quantités. Cependant je me suis assuré qu'ils n'en agissent ainsi que par la nécessité qui les prive de la faculté du choix, ou bien par un défaut de discernement ou de connoissance dont les enfans et les jeunes gens présentent d'autant plus souvent l'exemple, que cette dépravation funeste étant considérée comme un crime, ses détails sont enveloppés de mystère.

Quoique j'aie vu, il y a seulement six ou sept mois, saisir sur une jeune Mestive de douze ans, des plâtras de carbonate de chaux dont elle avoit déjà dévoré une partie, des recherches multipliées m'ont convaincu que les individus attaqués de cette manie ne mangent point de toute espèce de terre indifféremment.

Celle qui est l'objet de leur goût particulier, dans les deux îles de la Martinique et de la Guadeloupe, est une terre composée d'argile, de silice et de magnésie, dans des proportions peu variables; elle est plus ou moins fortement colorée par de l'oxide de fer; ses caractères spécifiques sont en raison de la

quantité relative de ses élémens; en général, elle happe à la langue, rougit au feu, jette une odeur d'alumine, se pétrit aisément avec l'eau, se fend par l'effet de la dessication, paroît onctueuse à l'œil et au toucher, à la manière des stéatites, et présente, selon l'abondance de ses parties ferrugineuses, des nuances de rouge ochracé, plus ou moins intense.

Cette terre provient de la décomposition des laves porphyroïdes éructées, par les anciens volcans des Antilles, en courans dont la longueur est quelquefois de cinq à six mille toises, et l'élévation de deux à six cents.

Ces laves sont à base argileuse; elles contiennent des pyroxènes, de l'amphibole, des micas hexagones, et de gros feldspaths blancs et amorphes, qui constituent la plus grande partie de leur masse.

La terre magnésienne contenue dans les micas devenant libre par la décomposition des laves, forme, par son mélange avec l'argile, une terre stéatiteuse qui est savonneuse et grasse, surtout quand elle est humectée. Ces caractères n'ont point échappé aux habitans des Antilles; ils ont appelé *morne-savon* tout relief dont la surface est formée de cette terre; et ce nom signale au voyageur, principalement dans la saison des pluies, des chemins dont la pente rapide est glissante et dangereuse.

Le caractère d'onctuosité qui distingue cette espèce d'argile stéatiteuse, diminue sans doute son goût terreux et aride; on conçoit du moins que cela doit être, quoique cette différence, qui est perceptible au toucher, ne m'ait pas paru l'être ainsi au goût.

L'onctuosité qui semble, à quelques égards, rapprocher cette terre des substances végétales et animales, a peut-être contribué à rendre moins grand l'éloignement naturel qu'on devoit avoir à faire un aliment d'une matière privée d'ailleurs de toutes les qualités nécessaires pour le devenir.

Il est très-remarquable que cette argile stéatiteuse est analogue, sinon entièrement semblable, à la terre sigillée de Lemnos, si fameuse dans l'antiquité. Elle est, comme elle, d'origine volcanique, et n'auroit probablement pas d'effets plus funestes que les siens sur l'économie animale, si ceux qui s'en servent aux Antilles n'en mangeoient des quantités considérables. L'estomac une fois habitué à cette espèce de lest, ne peut plus s'en passer sans éprouver des contractions douloureuses qui rappellent le même appétit; la présence fréquente, ou même presque con-

tinuelle, d'une terre absorbante dans les intestins, épuise les sucs gastriques, nuit d'abord aux digestions, les rend bientôt impossibles, et amène rapidement, sous un climat dont la température est brûlante, des maladies dyssentériques presque toujours incurables et promptement mortelles.

L'usage médicinal des bols sigillés prouve que c'est l'abus ou seulement la continuation prolongée de l'usage de cette terre qui devient nuisible ; et la consommation qu'en font les originaires d'Afrique ne pouvant être attribuée au besoin d'alimens dans des îles où la fertilité de la terre et l'abondance des comestibles donnent à l'homme une subsistance assurée et facile, il ne seroit peut-être pas dénué de vraisemblance de supposer que cette appétence est une sorte d'instinct naturel qui entraîne vers l'usage d'une substance absorbante, des hommes affligés de toutes les incommodités résultant d'un tempérament pituiteux, dévelopé par un climat extrêmement humide.

Cette considération donne lieu de penser qu'on combattroit avantageusement un penchant dont l'excès est à-la-fois inévitable et funeste, en introduisant parmi les améliorations qu'indiquent la politique et l'humanité, dans le régime intérieur des nègres esclaves de nos Colonies occidentales, l'usage habituel d'une boisson spiritueuse mêlée avec l'eau. Le tafia, dont les guildiveries sont aussi nombreuses que les grands ateliers de sucreries, offre un moyen local, approprié, facile et infiniment peu dispendieux. Plusieurs colons ont commencé à en faire distribuer à leurs nègres, comme ration journalière, une certaine quantité, dont le mélange avec de l'eau se fait en leur présence.

On croit que cet usage seroit très-avantageux, surtout dans les contrées humides et marécageuses, comme la Guyanne et plusieurs parties de la Martinique et de la Guadeloupe. Il seroit à désirer qu'il se répandît et qu'il fût établi généralement. Il auroit pour effet immédiat, dans des individus doués d'une constitution excessivement lymphatique, de ramener périodiquement vers l'épigastre les forces vitales rendues sans cesse divergentes par les excitations qu'exerce le climat sur l'organe cutané.

Jointe à l'exécution de diverses mesures qui font le sujet des méditations d'un homme d'état dont le caractère et la sagesse rappellent l'illustre Francklin, cette amélioration auroit sans doute l'heureux effet de prévenir une perversion de goût, qui, chaque année, ajoute à la perte irréparable que font nos colonies d'un nombre considérable de leurs cultivateurs.

NOTE ADDITIONNELLE,

PAR MM. BRESCHET ET HIPPOL. CLOQUET.

LE Mémoire de M. Moreau de Jonnès nous offre l'observation remarquable d'une dépravation de l'appétit, consistant en un goût décidé pour une substance tout-à-fait impropre à servir à la nourriture des individus qui en chargent leur estomac. Cette espèce de maladie paroît bien plus fréquente dans les contrées équatoriales que dans les régions du Nord, et cela peut tenir à ce que le besoin d'alimens réels se fait sentir avec beaucoup moins d'énergie sous la zone torride que dans les pays froids ou tempérés. Nous croyons cependant que souvent aussi l'action de manger de la terre n'est point du tout décidé par un goût particulier, mais bien véritablement par la faim, par un besoin impérieux. Nous connoissons maintenant plusieurs peuples très-éloignés les uns des autres qui se lestent l'estomac, qu'on nous passe cette expression, avec de la terre pure. Ils trompent ainsi leur faim pour quelque temps; du moins M. de la Billardière raconte que les habitans de la Nouvelle-Calédonie n'ont que cette espèce d'aliment pendant certains temps de disette. Lorsque l'Orénoque est débordé, que les eaux sont trop hautes pour qu'on puisse pêcher des tortues, ce qui dure environ trois mois, la nation des Otomagues est réduite à se nourrir presque exclusivement d'une espèce de glaise. M. de Humboldt, à qui on doit la connoissance de ce fait, assure que chaque individu en consomme à peu près sept hectogrammes (une livre et demie) dans la journée, sans y rien mêler absolument, ni graisse de crocodille, ni substance végétale. La seule préparation qu'on lui fasse subir, consiste à la faire légèrement griller et à l'humecter ensuite.

M. Golbery dit quelque chose d'analogue au sujet des nègres des îles de *los Idolos*, à l'embouchure du Sénégal. Ils mêlent à leur riz une substance minérale qui semble leur tenir lieu de beurre.

Au rapport de Brown, les crocodiles de l'Amérique méridionale avalent également des petites pierres ou des morceaux de bois, lorsque les lacs qu'ils habitent ordinairement sont desséchés, et qu'ils manquent de nourriture.

Non loin de Krasnoiarsk, sur le fleuve Yenissey, et dans quelques montagnes des environs du fleuve Amour, on trouve une matière que les Russes appellent *kamennoïé maslo*, c'est-à-dire *beurre de roche*. Les élans et les chevreuils en sont singulièrement friands; et le voyageur Patrin nous apprend que les chasseurs l'emploient comme appât pour s'emparer de ces animaux.

Nous sommes conduits à tirer de ces différens faits une conclusion générale assez curieuse : c'est que presque constamment les terres ou pierres qui peuvent servir à l'espèce d'usage dont nous parlons, soit pour distendre l'estomac et tromper la faim, soit pour satisfaire un goût déréglé, sont onctueuses au toucher, grasses, homogènes, et contiennent beaucoup de magnésie ou d'alumine.

Ainsi, à la Martinique et à la Guadeloupe, M. Moreau de Jonnès a reconnu que c'étoit une terre analogue à la stéatite, et formée par la décomposition des laves porphyroïdes des anciens volcans de ces îles, qui étoit surtout recherchée par les nègres.

M. Vauquelin a analysé celle de la Nouvelle-Calédonie, et y a reconnu 0,37 de magnésie, 0,36 de silice, 0,17 d'oxide de fer. C'est une stéatite verte, friable et tendre.

La terre des îles de *los Idolos* est aussi une vraie stéatite, mais blanche, molle et onctueuse. M. Golbery en a mangé sans dégoût et sans en être incommodé.

Le beurre de roche forme des stalactites dans les cavités des montagnes dont nous avons parlé. C'est un mélange d'argile, de sulfate d'alumine, de sulfate de fer, et d'une petite quantité de pétrole.

Enfin, l'un de nous a mangé, après s'être laissé gagner par la faim, environ cinq onces d'un talc laminaire, d'un vert argenté, très-flexible, et qu'on trouve dans les montagnes du Tyrol en abondance. Son appétit a été satisfait sans aucune espèce d'inconvénient.

Ajoutons encore ici, que la plupart des variétés des terres bolaires, sigillées, etc., qui ont été si souvent et si long-temps préconisées dans la thérapeuthique, et qu'on donnoit à l'intérieur pour une foule de maladies, rentrent dans la même classe; mais il est plus que probable que les propriétés médicales dont elles peuvent jouir tiennent au fer qu'elles renferment.

OBSERVATIONS METÉOROLOGIQUES FAITES

JOURS.	THERMOMÈTRE EXTÉRIEUR CENTIGRADE.					BAROMÈTRE MÉTRIQUE.					THERM. INT. A MIDI.
	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	MAXIMUM.		MINIMUM.		A MIDI.	
	heures.	°	heures.	°		heures.	mill.	heures.	mill.	mill.	°
1	à midi.	+11,25	à 7 m.	+ 6,25	+11,25	à 10 s.	746,16	à midi	742,46	742,46	12,3
2	à midi.	+11,35	à 7 m.	+ 5,25	+11,35	à 7 m.	748,00	à 9 s.	745,56	747,16	12,0
3	à midi.	+12,75	à 10 s.	+ 7,75	+12,75	à 10 s.	749,40	à 7 m.	746,88	748,40	12,4
4	à 3 s.	+ 9,40	à 7 m.	+ 7,00	+ 9,00	à 9 s.	751,16	à 7 m.	749,50	749,80	11,7
5	à 3 s.	+11,50	à 7 ¼ m.	+ 6,25	+10,35	à midi	753,88	à 9 s.	751,00	753,88	11,4
6	à 10 ½ m	+11,00	à 10 s.	+ 7,00	+10,00	à 10 s.	748,90	à 7 ½ m.	744,62	744,94	11,9
7	à 11 m.	+ 8,75	à 9 s.	+ 2,25	+ 8,75	à 7 ½ m.	747,50	à 3 s.	743,08	743,16	11,5
8	à 3 s.	+ 5,50	à 7 ¼ m.	— 0,25	+ 4,35	à midi	748,32	à 9 s.	747,62	748,42	9,5
9	à midi.	+10,75	à 10 ¼ s.	+ 5,60	+10,75	à 9 m.	739,68	à 10 ½ m.	738,20	738,84	10,5
10	à 10 ½ m	+ 7,50	à 9 ½ s.	+ 0,10	+ 6,85	à 10 ¼ m.	751,96	à 5 m.	740,16	745,84	9,9
11	à 3 ¼ s.	+ 3,50	à 7 ¼ m.	+ 0,25	+ 2,75	à 3 ¼ s.	758,00	à 7 ¼ m.	753,50	757,26	9,5
12	à 3 s.	+ 8,85	à 7 ¼ m.	+ 5,25	+ 8,10	à 9 ½ s.	755,60	à 7 ¼ m.	743,00	746,08	9,3
13	à 3 s.	+12,50	à 7 ¼ m.	+ 8,50	+11,85	à 9 s.	758,10	à 7 ¼ m.	757,10	757,60	9,6
14	à midi.	+11 85	à 10 ¼ s.	+ 4,75	+11,85	à 7 ½ m.	755,66	à 10 ¼ s.	749,84	754,48	11,4
15	à midi.	+ 4,35	à 10 ½ s.	+ 0,00	+ 4,35	à 10 ½ m.	749,28	à 6 s.	746,46	748,54	9,7
16	à 3 s.	+ 4 70	à 7 ½ m.	— 0,25	+ 4,25	à 9 s.	756,32	à 7 ½ m.	753,14	754,00	9,2
17	à 3 s.	+ 4,75	à 10 s.	— 0,10	+ 4,25	à 10 s.	762,00	à 7 ½ m.	760,08	761,14	8,9
18	à 3 s.	+ 4,10	à 7 ½ m.	— 0,25	+ 3,75	à 7 ½ m.	760,38	à 9 s.	755,80	759,16	7,1
19	à 3 s.	+ 7,85	à 7 ½ m.	+ 3,75	+ 7,75	à 9 s.	760,50	à 7 ½ m.	756,20	757,72	7,8
20	à midi.	+ 8,75	à 9 s.	+ 3,75	+ 8,75	à 10 ½ m.	763,24	à 8 ½ m.	762,34	763,00	8,3
21	à midi.	+ 4,60	à 10 ¼ s.	— 0,50	+ 4,60	à 7 ½ m.	761,66	à 10 ¼ s.	756,26	760,20	7,6
22	à midi.	+ 0,85	à 9 ¼ s.	— 3,00	+ 0,85	à 7 ½ m.	753,12	à 9 ¼ s.	750,04	752,00	6,1
23	à 3 s.	— 2,10	à 7 ½ m.	— 6,40	— 3,40	à 9 s.	752,62	à 7 ½ m.	749,64	750,70	4,0
24	à 3 s.	— 0,75	à 7 ½ m.	— 6,75	— 1,50	à 9 ¾ s.	758,80	à 7 ½ m.	755,50	756,92	4,5
25	à 3 s.	— 1,10	à 8 ¼ m.	— 7,10	— 2,00	à 9 s.	760,64	à 7 ½ m.	759,22	760,18	4,5
26	à 10 s.	+ 2,50	à 7 ¾ m.	+ 0,25	+ 2,25	à 10 s.	762,50	à 3 s.	760,66	761,14	4,1
27	à 3 s.	+ 4,85	à 7 ¾ m.	+ 2,50	+ 4,60	à 9 s.	770,46	à 7 ¾ m.	757,20	768,44	4,8
28	à 10 ½ m	+ 2,50	à 10 ½ s.	+ 0,50	+ 2,40	à 10 ½ m.	771,06	à 3 s.	770,30	770,66	4,8
29	à 9⅓ s.	+ 1,25	à 7 ¾ m.	— 0,75	— 0,25	à 10 ½ m.	771,00	à 3 s.	769,76	770,60	4,0
30	à 3 s.	+ 5,10	à 9 s.	+ 1,50	+ 4,85	à 9 s.	772,82	à 7 ¾ m.	771,14	771,92	6,3
Moyennes.		+ 6,29		+ 1,75	+ 5,85		756,56		753,21	754,82	8,5

RÉCAPITULATION.

	Millim.	
Plus grande élévation du mercure.....	772°82	le 30
Moindre élévation du mercure.........	738,20	le 9
Plus grand degré de chaleur.........	+12°75	le 3
Moindre degré de chaleur............	— 7,10	le 25

Nombre de jours beaux....... 6
de couverts........... 24
de pluie............... 15
de vent................ 30
de gelée............... 14
de tonnerre........... 1
de brouillard.......... 29
de neige............... 1
de grêle............... 2

Nota. Nous continuerons toujours à exprimer la température au degré du thermomètre cen-
centièmes de millimètre. Comme les observations faites à midi sont ordinairement celles qu'on
le thermomètre de correction. A la plus grande et à la plus petite élévation du baromètre
conclus de l'ensemble des observations, d'où il sera aisé de déterminer la température moyenne
conséquent, son élévation au-dessus du niveau de la mer. La température des caves est également

NOVEMBRE 1816.

JOURS.	HYG. à midi.	VENTS.	POINTS LUNAIRES.	VARIATIONS DE L'ATMOSPHÈRE. LE MATIN.	A MIDI.	LE SOIR.
1	92	S.	Lune apogée.	*Pluie*, brouillard.	*Pluie* abond. par int.	Nuageux.
2	85	*Idem.*		Très-nuageux, br.	Couvert.	*Pluie* dans la nuit.
3	82	*Idem.*		Couvert, lég. brouil.	*Idem*, léger br.	*Pluie* abondante.
4	90	E.		Brouil. ép. et hum.	*Pluie.*	*Idem.*
5	86	S.	P.L. à 9h. 26′m.	Nuageux, brouillard.	Couvert.	Couvert.
6	91	S-O.		*Pluie*, brouillard ép.	*Pluie*, lég. brouill.	Nuageux.
7	86	O.		Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	Quelq. gouttes d'eau.
8	81	S.		Nuageux, brouillard.	*Idem.*	Couvert.
9	82	S O. fort.		Couvert, brouillard.	*Pluie* ab. de 9 h à 10 ½.	Beau ciel, éc. au N.O.
10	80	O.		Nuageux.	Couvert, brouillard.	*Pluie.*
11	67	O. fort.		*Id.*, br. neig. av. le j.	Beau ciel.	*Pluie*, neige.
12	86	*Idem.*	D.Q. à 7h 19′s.	*Pluie*, lég. brouillard.	*Pluie.*	*Pluie* par intervalles.
13	92	O.		*Pluie* fine, brouillard.	Couvert.	Couvert.
14	77	O-N-O.		*Pluie* abondante, br.	Nuageux.	*Pluie.*
15	76	*Idem.*		Couvert, lég. brouill.	Cou., éc., t. f. av. de gr.	Nuageux.
16	81	N-O.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	Grésil, à 1 ½ h. couv.
17	81	*Idem.*	Lune périgée.	*Idem.*	*Idem*	Grésil, beau ciel ap.
18	83	S-O.		Couvert, lég. brouill.	Très-nuageux.	*Pluie* fine.
19	86	O-S-O.	N.L. à 10h 27′m	Nuageux, lég. brouill.	*Pluie.*	Nuageux.
20	89	S.		Brouill. épais et hum.	Très-nuageux, br.	*Idem.*
21	82	E-S-E.		Beau ciel, glace, br.	Très-nuageux.	Beau ciel.
22	76	N-E.		Couvert, brouillard.	Nuageux.	*Idem.*
23	73	*Idem.*		Beau ciel, brouillard.	*Idem.*	Nuageux.
24	50	*Idem.*		*Idem.*	Beau ciel, brouillard.	Beau ciel.
25	73	S-E.		*Idem.*	*Idem.*	Couvert.
26	89	S.	P.Q. à 5h 15′s.	Couvert, brouillard.	Couvert, brouillard.	*Pluie.*
27	73	N-O.		Brouill. ép. et hum.	*Idem*, brouil. épais.	Brouill. ép. et hum.
28	92	S-E.		*Idem.*	*Idem*, et hum.	*Idem.*
29	92	*Idem.*	Lune apogée.	*Idem.*	*Idem.*	*Idem.*
30	86	N-E.		Nuageux, brouillard.	Nuageux.	*Idem.*
Moy.	81					

RÉCAPITULATION.

Jours dont le vent a soufflé du
- N.............. 0
- N-E.............. 4
- E.............. 2
- S-E.............. 3
- S.............. 7
- S-O.............. 3
- O.............. 8
- N.-O.............. 3

Therm. des caves { le 1er 12°,091 / le 16 12°,092 } centigrades.

Eau de pluie tombée dans le cours de ce mois, 41mm 70 = 1 p. 6 lig. 5 dixièmes.

tigrade, et la hauteur du baromètre suivant l'échelle métrique, c'est-à-dire en millimètres et emploie généralement dans les déterminations des hauteurs par le baromètre, on a mis à côté et du thermomètre, observés dans le mois, on a substitué le *maximum* et le *minimum* moyens, du mois et de l'année, ainsi que la hauteur moyenne du baromètre de l'Observatoire de Paris, t par exprimée en degrés centésimaux, afin de rendre ce Tableau uniforme.

RECHERCHES

SUR L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE, ETC.;

PAR M. SCHUBLER,

Professeur de Physique et de Chimie agricole dans l'Institut de Hofwyl, etc.

EXTRAIT.

L'ÉLECTRICITÉ de l'air atmosphérique étoit assez généralement reconnue; mais il falloit en constater les divers phénomènes; c'est ce qu'a fait M. Schubler. Ses observations ont été faites dans les vallées de l'Allemagne méridionale. Il a vu que,

1°. Dans les jours sereins et calmes l'électricité est toujours positive.

2°. Elle est à son *minimum* peu de temps avant le lever du soleil; elle se manifeste lentement lorsque cet astre se lève; elle s'accroît ensuite rapidement.

3°. Elle atteint ordinairement son premier *maximum* quelques heures après, ce qui, au mois de mai, arrive à huit heures du matin.

4°. Elle commence à descendre souvent au bout de quinze minutes.

5°. Vers deux heures de l'après midi, elle se trouve d'ordinaire bien foible, et près de son second *minimum*, où elle arrive vers les quatre à cinq heures.

6°. Une heure avant le coucher du soleil, l'électricité atmosphérique reprend de l'accroissement, et elle atteint son second *maximum* une heure ou deux après le coucher de cet astre.

Ces mouvemens périodiques de l'électricité atmosphérique paroissent, à l'auteur, déposer en faveur de l'existence d'un changement chimique de notre atmosphère; effet également pé-

riodique

riodique et opéré par l'action réciproque de la chaleur, de la lumière, de l'air et de l'eau, dont nos sens n'aperçoivent que les résultats dans les brouillards, la pluie, les orages....

L'*évaporation* a encore une grande influence sur l'électricité atmosphérique.

Le rapport du *minimum* au *maximum* de cette électricité est plus que double dans les mois d'été comparés à ceux d'hiver.

Les *brouillards* ont ordinairement une électricité proportionnelle à leur abondance; elle est à son plus haut degré en hiver et dans les jours les plus froids.

La *pluie*, la *neige*, le *grésil*... ont toujours une électricité qui est plus forte que celle de l'atmosphère dans un état calme. Cette électricité n'est pas toujours positive; elle alterne avec la négative de la manière la plus variée. Les pluies sans électricité sont rares.

L'analogie des variations qui accompagnent la pluie, la neige avec celle des orages est évidente. La différence paroît consister dans cette circonstance particulière, savoir, que dans les orages il se fait des explosions réelles entre des nuages plus fortement chargés d'électricités opposées, tandis que dans les pluies et neiges ordinaires, il n'y a que l'une ou l'autre des électricités qui prédomine; ou si toutes les deux existent à-la-fois, elles se transmettent sans secousse marquée à la terre.

La *neige tombante* est toujours accompagnée d'électricité, mais qui est plus souvent positive que négative. Sur trente observations, elle a été vingt-quatre fois positive et six fois seulement négative.

La cause de cette plus grande fréquence d'électricité positive dans la neige, peut être attribuée en partie à ce que les couches inférieures de l'air ont ordinairement, et surtout pendant les brouillards, une électricité positive beaucoup plus forte que dans l'été.

Quant aux *étoiles tombantes*, dit l'auteur, elles paroissent seulement pendant un temps bien serein, une électricité positive forte, et plus fréquemment quand l'air se rafraîchit beaucoup; circonstance où très-souvent le second *maximum* électrique, celui qui suit le coucher du soleil, se montre également avec plus de force.

NOUVELLES LITTÉRAIRES.

Connaissance des Tems, ou des Mouvemens célestes, à l'usage des Astronomes et des Navigateurs, pour l'an 1819, publiée par le Bureau des Longitudes.

Un vol. in-8°. A Paris, chez Mme Ve Courcier, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57. An 1816.

Ce volume est le cent quarante et unième d'une éphéméride qui n'a jamais souffert d'interruption; mais qui en différens temps a reçu, dans sa composition et dans son format, différentes modifications.

Cet Ouvrage est également utile aux Astronomes et aux Navigateurs.

On trouve dans ce volume la mesure d'un arc du méridien aux Indes, entre les latitudes de 8° 9′ 38″ 59‴ et 10° 59′ 48″ 93‴ nord, ou continuation de l'arc commencé en 1804, qui se terminoit à 14° 6′ 19″ de latitude nord, par M. le Lieutenant-Colonel W. Lambton. Il trouve, par un milieu, le rapport des axes de la terre 1 : 1.0030423, et l'applatissement $\frac{1}{318.13}$.

Il se proposoit d'ajouter la mesure de deux nouveaux degrés, qui a dû être terminée en mars 1815.

Annuaire présenté au Roi par le Bureau des Longitudes, pour l'an 1817. A Paris, Chez Mme Ve Courcier, Imprimeur-Libraire, quai des Augustins, n° 57.

Le Bureau des Longitudes est chargé, par l'article IX de son règlement, de rédiger chaque année un *Annuaire*, qui est un extrait de ce que la *Connaissance des Tems* contient de plus utile au public. C'est l'Ouvrage que nous annonçons.

M. de Leonhard vient de publier un *Discours sur l'état actuel de la Minéralogie*, qu'il a lu à la séance publique de l'Académie de Munich, le 12 octobre 1816. Cet Ouvrage présente un

Tableau brillant de la Géologie et de la Minéralogie dans toute son étendue. Les notes dont l'Auteur a enrichi le texte ajoutent encore au mérite de cet Ouvrage, et le rendent indispensable pour quiconque veut être au courant de la Littérature et des découvertes minéralogiques.

Monographie du Trigonocéphale des Antilles, ou *grande Vipère fer de lance de la Martinique*, lue à l'Académie Royale des Sciences le 5 août 1816.

Par Alexandre Moreau de Jonnès, Chevalier de Saint-Louis et de la Légion-d'Honneur, Aide-de-Camp du Comte Carré de Saint-Cyr, etc.

Une brochure in-8°.

Cette vipère est très-dangereuse aux Antilles.

L'Auteur réunit aux talens militaires l'amour de la science.

ERRATA

Pour le Mémoire de M. Cordier, sur les Substances volcaniques dites en masse.

Pag. 137,	lig. 37, *au lieu de*	exactement, *lisez* assez exactement
140,	37,	intermédiaires primitifs, *lisez* intermédiaires et primitifs
141,	10,	dans le temps, *lisez* il y a quelques années
id.,	22,	mimose, *lisez* dolérite
id.,	30,	après Werner *mettez* un point.
id.,	31,	il admet, *lisez* il adopte
142,	1,	mais, *lisez* et
145,	19,	sa méthode, *lisez* la méthode
id.,	30,	même métal, *lisez* même minéral
157,	44,	aussi, *lisez* ainsi
158,	6, 8 et 9,	mimose, *lisez* dolérite
162,	6,	il y a tout lieu de, *lisez* il est à
286,	33,	haup masse, *lisez* haupt masse
289,	13,	avec une apparence satisfaisante, *lisez* à l'aide de formes spécieuses
291,	1,	en cristaux, *lisez* ou cristaux
id.,	40,	dans la masse, *lisez* dans la série
294,	22,	résidoit, *lisez* réside
id.,	24,	roches, *lisez* laves
300,	17,	scories proprement dites, *lisez* scorie proprement dite
id.,	35,	en granite, *lisez* un granite
id.,	37,	à base de verre, *lisez* à base de verre boursoufflé
id.,	38,	assez rares, *lisez* assez rares et rempli de cavités très-déliées
305,	9,	disserter, *lisez* discerner
378,	30,	ces trapps, *lisez* ces types
384,	20,	de M. Werner., *lisez* de M. Werner?

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE CAHIER.

TABLE GÉNÉRALE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

HISTOIRE NATURELLE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

De l'Imprimerie de Mme Veuve COURCIER, Imprimeur-Libraire pour les Mathématiques et la Marine, quai des Augustins, n° 57.